

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

**ZDRAVOTNĚ TECHNICKÉ A PLYNOVODNÍ
INSTALACE V POLYFUNKČNÍM DOMĚ**

SANITARY TECHNICAL INSTALLATIONS AND GAS PIPELINE IN THE
MULTIFUNCTIONAL BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Martin Kovář

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. ALENA VAŠČÁKOVÁ

BRNO 2021



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Martin Kovář
Název	Zdravotně technické a plynovodní instalace v polyfunkčním domě
Vedoucí práce	Ing. Alena Vaščáková
Datum zadání	30. 11. 2020
Datum odevzdání	28. 5. 2021

V Brně dne 30. 11. 2020

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu TZB

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony, vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb

Obsah a uspořádání práce dle směrnice vysokého učení technického v Brně fakulty stavební:

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu

B1. výpočty související s analýzou zadání a koncepčním řešením instalací v celé budově a jejich napojením na sítě pro veřejnou potřebu

- bilance potřeby vody
- bilance potřeby teplé vody
- bilance odtoku odpadních vod
- bilance potřeby plynu

B2. výpočty související s následným rozpracováním 1-3 dílčích instalací (kanalizace/vodovod/plynovod) podle zadání vedoucího práce

- návrh přípravy teplé vody
- dimenzování potrubí
- posouzení umístění plynových spotřebičů
- návrhy zařízení (čerpadla, vodoměry, lapáky, ...)

C. Projekt – v úrovni projektu pro provedení stavby, výkresy vyhotovit dle ČSN 01 3450

- technická zpráva
- situace stavby 1:200 (1:500)
- podélné profily přípojek, detail vodoměrné sestavy
- půdorysy základů a podlaží 1:50
- rozvinuté řezy vnitřní kanalizace (rozsah zadá vedoucí práce)
- axonometrie vodovodu (plynovodu)
- legenda zařizovacích předmětů
- funkční (regulační) schéma, pokud je nutné

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá problematikou zdravotně technických instalací a plynovodu.

Teoretická část bakalářské práce je zaměřena na zelené střechy a jejich funkci, součinitel odtoku C , retenční schopnosti a zavlažování tohoto typu střech. Dále se zabývá odvodnění zelených střech a dimenzováním nouzových přepadů.

Projektová a výpočtová část zpracovává konkrétní řešení rozvodů kanalizace, vodovodu a plynovodu v polyfunkčním domě a jejich napojení na stávající inženýrské sítě.

Řešený objekt se nachází na území Otrokovic. Objekt je třípodlažní a nepodsklepený.

KLÍČOVÁ SLOVA

Zdravotně technické instalace, vnitřní kanalizace, vnitřní vodovod, domovní plynovod, vegetační střecha, součinitel odtoku, retenční schopnost, zavlažování, odvodnění plochých střech, nouzový přepad

ABSTRACT

The bachelor's thesis deals with the issue of sanitary installations and the gas pipeline.

The theoretical part of the bachelor thesis is focused on green roofs and their function, runoff coefficient C , retention capacity and irrigation of this type of roofs. It also deals with drainage of green roofs and dimensioning of emergency overflows.

The design and calculation part deals with specific solutions for sewerage, water and gas pipelines in a multifunctional building and their connection to existing utilities.

The solved object is located on the territory of Otrokovice. The building has three floors and no basement.

KEYWORDS

Sanitary technical installations, sewerage system, water supply system, gas pipeline, vegetation roof, runoff coefficient, retention capacity, irrigation, flat roof drainage, emergency overflow

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Martin Kovář Zdravotně technické a plynovodní instalace v polyfunkčním domě. Brno, 2021. 112 s., 26 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Alena Vaščíková

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Zdravotně technické a plynovodní instalace v polyfunkčním domě* je shodná s odevzdanou listinnou formou .

V Brně dne 28.5.2021

Martin Kovář
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Zdravotně technické a plynovodní instalace v polyfunkčním domě* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 28.5.2021

Martin Kovář
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych rád poděkoval své vedoucí, paní Ing. Aleně Vaščákové, za odborné rady, připomínky, vstřícnost a trpělivost při konzultacích této bakalářské práce. Moc bych chtěl poděkovat za projevené pochopení, trpělivost a povzbuzení v průběhu celé práce. Srdečně bych chtěl ještě poděkovat mé rodině a přátelům, kteří mě podporovali každý den a neustále ve mě věřili v průběhu celého studia.

V Brně dne 28.5.2021

Martin Kovář
autor práce

OBSAH

ÚVOD.....	1
A. TEORETICKÁ ČÁST	2
A.1. Vegetační střechy a jejich funkce, součinitel odtoku, retenční schopnosti, zavlažování pro typ daných ploch	2
A.1.1. Úvod.....	2
A.1.2. Základní pojmy vegetačních střech.....	3
A.1.3. Stavební povolení vegetačních střech a dotační programy.....	4
A.1.4. Funkce a působení vegetační střechy	4
A.1.4.1. Ochranné působení a ekonomické funkce	5
A.1.4.2. Funkce urbanistická a krajinářská	5
A.1.4.3. Enviromentální funkce a působení	5
A.1.5. Rozdělení vegetačních střech	6
A.1.6. Typy jednotlivých vegetačních střech.....	7
A.1.6.1. Extenzivní vegetační střechy.....	7
A.1.6.2. Polointenzivní vegetační střechy	8
A.1.6.3. Intenzivní vegetační střechy	9
A.1.7. Součinitel odtoku C pro vegetační střechy	9
A.1.8. Retenční schopnost vegetačních střech	11
A.1.9. Závlahové systémy vegetačních střech.....	12
A.1.9.1. Možnost zavlažení vegetačních střech	12
A.1.9.2. Závlahové množství	16
A.1.9.3. Závlahová dávka.....	17
A.1.9.4. Tabulky pro výpočet potřeby vody – součinitelé.....	18
A.1.9.5. Vláhová potřeba rostlin	18
A.1.9.6. Zdroj vody pro závlahu.....	20
A.1.9.7. Hlavní sestava zavlažovacího systému.....	21
A.1.10. Hygienické požadavky na vegetační střechy.....	22
A.1.11. Dimenze nouzových přepadů vegetačních střech	23
A.1.12. Odvodnění plochých střech	24
A.1.12.1. Gravitační systém.....	25
A.1.12.2. Výpočet odtoku dešťových vod	25
A.1.12.3. Podtlakový systém	27
A.1.13. Tepelně technické posouzení vegetačních střech	28

A.2. Jiné typy novodobých střešních pláštů	28
A.2.1. Hnědé střechy	28
A.2.2. Modré střechy	29
A.3. Výhody a nevýhody vegetačních střech	30
A.3.1. Výhody	30
A.3.2. Nevýhody	30
A.4. Závěr	31
B. VÝPOČTOVÁ ČÁST	32
B.1. Výpočty související s analýzou zadání a koncepčním řešením instalací v celé budově a jejich napojením na sítě pro veřejnou potřebu	32
B.1.1. Bilance potřeby vody	32
B.1.2. Bilance potřeby teplé vody	33
B.1.3. Bilance odtoku splaškových vod	33
B.1.4. Bilance odtoku srážkových vod	34
B.1.5. Bilance potřeby plynu	35
B.1.5.1. Potřeba plynu pro ohřev teplé vody:	35
B.1.5.2. Potřeba plynu pro vytápění	36
B.2. Výpočty související s následným rozpracováním kanalizace vodovodu a plynovodu	38
B.2.1. Dimenzování kanalizačního potrubí	38
B.2.1.1. Dimenzování potrubí splaškové kanalizace	38
B.2.1.2. Dimenzování potrubí dešťové kanalizace	43
B.2.1.3. Dimenzování vsakovacího zařízení	44
B.2.2. Dimenzování vodovodního potrubí	48
B.2.2.1. Dimenzování potrubí studené vody	49
B.2.2.2. Dimenzování potrubí teplé vody	49
B.2.2.3. Dimenzování potrubí požární vody	49
B.2.2.4. Dimenzování potrubí cirkulace	50
B.2.2.5. Výpočet kompenzace tepelné roztažnosti potrubí vnitřního vodovodu	52
B.2.2.6. Výpočet tloušťky tepelné izolace	53
B.2.2.7. Návrh cirkulačního čerpadla	61
B.2.2.8. Návrh vodoměru	62
B.2.2.9. Posouzení hydraulického přetlaku [kPa]	63
B.2.3. Dimenzování plynovodního potrubí	64
B.2.3.1. Posouzení umístění plynových spotřebičů	64
B.2.3.2. Dimenzování potrubí domovního plynovodu	64

B.2.3.3. Návrh dimenze plynovodního potrubí:.....	65
B.2.3.4. Dimenzování potrubí plynovodní přípojky.....	66
B.2.3.5. Návrh plynoměru	67
B.2.3.6. Návrh regulátoru.....	68
B.2.3.7. Výpočet akumulčního prostoru.....	69
B.2.4. Návrh přípravy teplé vody.....	70
B.2.4.1. Návrh zásobníkového ohřívače vody dle špičkového odběru.....	70
B.2.4.2. Dimenzování zásobníkových ohřivačů podle ČSN 06 0320.....	70
B.2.4.3. Návrh zásobníku:.....	74
B.2.5. Výpočet tepelných ztrát - obálková metoda.....	76
B.2.5.1. Výpočet proveden dle ČSN 73 0540-2 – Tepelná ochrana budov	76
B.2.5.2. Návrh plynového kondenzačního kotle:	77
B.2.5.3. Výpočet tepelně technické posouzení přes program DEKSOFT.....	78
.....	81
C. PROJEKT.....	82
C.1. Technická zpráva.....	82
C.1.1. Informace o projektu	82
C.1.2. Úvod.....	82
C.1.3. Bilance.....	83
C.1.4. Přípojky	84
C.1.4.1. Kanalizační přípojky	84
C.1.4.2. Kanalizační přípojka pro odvod splaškových vod.....	85
C.1.4.3. Vodovodní přípojka.....	85
C.1.4.4. Plynovodní přípojka	86
C.1.5. Vnitřní kanalizace.....	86
C.1.5.1. Vnitřní kanalizace splašková	86
C.1.5.2. Vnitřní kanalizace dešťová	87
C.1.5.3. Vsakovací zařízení	87
C.1.6. Vnitřní vodovod.....	88
C.1.6.1. Studená voda	88
C.1.6.2. Teplá voda	88
C.1.6.3. Cirkulační voda.....	88
C.1.6.4. Požární voda.....	89
C.1.7. Domovní plynovod	90

C.1.8. Zařizovací předměty.....	90
C.1.9. Zemní práce.....	91
C.2. LEGENDA ZAŘIZOVACÍCH PŘEDMĚTŮ.....	92
Seznam použitých zdrojů	94
Seznam použitých obrázků.....	95
Seznam použitých tabulek	97
Seznam příloh.....	98
Odborná literatura	99

ÚVOD

Praktická část bakalářské práce se zabývá řešením zdravotně technických a plynovodních instalací v polyfunkčním domě.

Teoretická část bakalářské práce je zaměřena na vegetační střechy a jejich funkci, součinitel odtoku C , retenční schopnosti a zavlažování tohoto typu střech. Zabývám se především závlahou, odvodněním a zdrojem vody.

Projektová a výpočtová část zpracovává řešení rozvodů splaškové kanalizace, vodovodu a plynovodu v polyfunkčním domě, a zároveň řeší odvod srážkových vod ze střechy daného objektu.

Řešená novostavba polyfunkčního domu je samostatně stojící a nachází se na území města Otrokovice [585599], dle územního plánu pozemek je možné pozemek využít pro hromadné bydlení. Řešený objekt se nachází v Katastrálním území Otrokovice [716731]. Objekt je třípodlažní podlažní, nepodsklepený a zastřešen plochou vegetační střechou.

A. TEORETICKÁ ČÁST

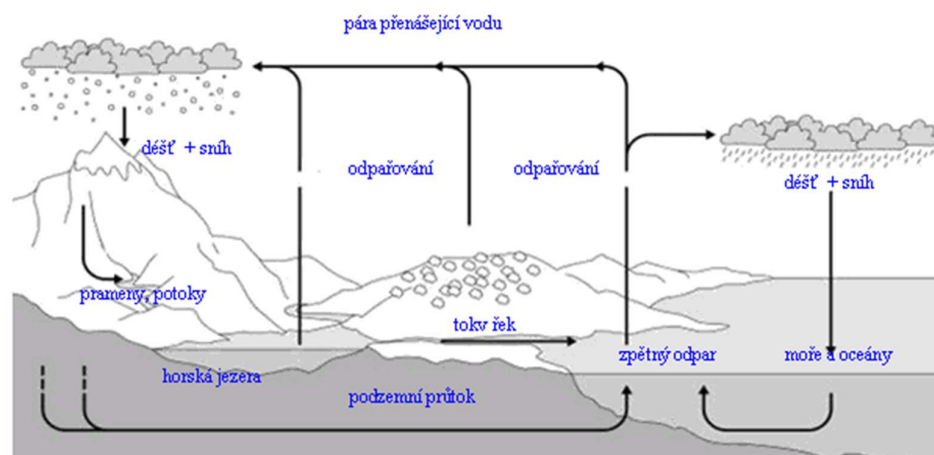
A.1. Vegetační střechy a jejich funkce, součinitel odtoku, retenční schopnosti, zavlažování pro typ daných ploch

A.1.1. Úvod

V teoretické části bakalářské práce jsem si vybral téma, které je stále aktuálnější a zároveň velmi úzce souvisí s mým zaměřením. Jedná se o vegetační střechy, jejich funkce a retenční schopnosti. Obecně toto téma není jednoznačně vyřešeno žádnou legislativou, ale obecně srážkové vody ve všech případech spadají pod ochranu vodního zákona č. 254/2001 sb., a zároveň také spadají pod zákon o vodovodech a kanalizacích č. 274/2001 sb. Nakládání srážkových vod je upraveno různými typy vyhlášek. Např. č. 428/2001 sb. z roku 2001.

Je všeobecně známo, že voda je považována za obnovitelný zdroj. Zvyšující se populace, zastavěnost nepropustných ploch a změna klimatu může výrazně narušit cyklus koloběhu vody. Zatímco bez ropy či drahých kovů jsme schopni přežít, bez vody nikoliv. I proto se nakládání se srážkovými vodami a s tím spojené vegetační střechy stávají velmi řešeným tématem.

Kromě ztráty množství vody je zde veliký problém ve zhoršení kvality pitné vody a tím zhoršení podzemních vod. Jednoznačným důvodem je úměrné spojení s rostoucí populací, průmyslem a zemědělstvím. Se zvyšujícím se rozšiřování zastavěných oblastí také dochází i ke zvýšení nepropustných ploch, a tudíž veškeré vody nám odcházejí do kanalizačních stok.



Obr. 1 - Cyklus koloběhu vody [Obr. 1]

Zde nastává další problém. Je obecně známo, že v České republice jsou stokové sítě poddimenzované nebo ve špatném stavu, tudíž správci daných sítí nejsou Častým stanoviskem z hlediska stavu nebo malé dimenze můžeme dostat velice nízké, regulované vypouštění do dané kanalizace, a proto se se srážkovými vodami musíme vypořádat na konkrétním území. V mnoha případech nemáme prostor pro potřebné zasakování nebo akumulaci, a proto je ideálním, a někdy i jediným řešením zpomalit průtok dešťových vod pomocí vegetačních střech. Tento typ střech je stále častější. Například v roce 2019 se zvýšil celkový počet vegetačních střech na území České republiky o jednu čtvrtinu, i přesto stále zaostáváme oproti jiným západním státům.

V teoretické, ale i praktické části vycházím převážně z českých technických norem, evropských norem, zákonů a vyhlášek. Ve větší části jsem vycházel z odborné literatury a odborných článků zabývajících se řešenou problematikou.

A.1.2. Základní pojmy vegetačních střech

V úvodu bych rád objasnil pojem vegetační střecha. V zásadě je střecha částečně nebo zcela pokrytá vegetací a půdou nebo pěstebním substrátem, vysazovaným nad hydroizolační membránu. Střecha také může obsahovat další vrstvy, jako například kořenovou bariéru a odvodnění či zavlažování. [1]

Vegetační střecha je nenosná konstrukce střechy, která pokrývá dané souvrství vegetační vrstvou.

Střešní plášť můžeme definovat jako nenosnou konstrukci střechy, která chrání danou budovu před nepříznivými vlivy (srážkové vody, sněhová pokrývka apod.). Střešní plášť rozdělujeme dle typu, kde se nachází, a to buď na ploché, nebo sklonité střeše.

Nosnou část střešní konstrukce můžeme formulovat jako část střechy, která přenáší veškeré zatížení střešního souvrství do nosného systému dané budovy.

Pod **vegetační souvrství** si můžeme přestavit soubor funkčních vrstev, které svými vlastnostmi a společnou soudržností daných vrstev tvoří vhodné prostředí pro růst a život jednotlivých rostlin. Požadavky na dané souvrství mohou být různé např. kořenovzdorná, ochranná, drenážní, hydroakumulační nebo filtrační vrstva.

Funkční vrstva	Funkce
Vegetace	je souborem rostlin, tvořícím pokryv zelené střechy
Vegetační vrstva	je základním prostředím pro kořenění a růst rostlin a svým fyzikálním, chemickým a biologickým složením a vlastnostmi je k tomu uzpůsobena
Filtrační vrstva	zabraňuje vyplavování drobných částic z vegetační vrstvy do vrstvy drenážní a trvale chrání drenážní vrstvu před zanesením
Hydroakumulační vrstva*	akumuluje srážkovou nebo závlahovou vodu pro potřeby rostlin
Drenážní vrstva	umožňuje dostatečně rychlý a efektivní odtok přebytečné vody k odvodňovacím zařízením
Ochranná vrstva	trvale chrání hydroizolaci střechy před mechanickým poškozením
Separáčn. vrstva*	navzájem od sebe odděluje sousední materiály nebo prvky, které by se mohly vzájemně negativně ovlivňovat
Kořenovzdorná vrstva**	ochranná vrstva proti prorůstání kořenů, chrání hydroizolaci střechy před poškozením kořeny rostlin

Tab. 1 - Tabulka funkční vrstev [Obr.2]

A.1.3. Stavební povolení vegetačních střech a dotační programy

Realizaci vegetačních ploch lze dělat i dodatečně a to bez velkých stavebních úprav. Obecně je známo, že není třeba samostatného stavebního povolení podle zákona č. 186/2006 sb. (zákon o územním plánování a stavebním úřadu) a není ani potřeba ohlášení stavby, ve smyslu vyhlášky 503/2006 sb. (vyhláška o podrobnějších úpravách územního rozhodování, územního opatření a stavebního řádu).

Při následné realizaci nebo navrhování vegetační střechy je třeba dbát pokynů příslušných stavebních úřadů a dodržení všech relevantních předpisů, jelikož se na dané zastavěné území může vztahovat ochrana pro dodržení předpisů, ve smyslu stavebních, památkové péče, ochrany životního prostředí, architektonického rázu apod.

Vzhledem k počátečním investicím vegetační střechy, které jsou rozhodně vyšší než u klasických střech, se vypsání dotace pro výstavbu nových ploch s vegetační vrstvou zařazuje do NZÚ (Nová zelená úsporám). Tyto typy střech také podporuje program ministerstva životního prostředí, a to v rámci tzv. „velké dešťovky“. Střechy s vegetační vrstvou šetří v první řadě energii, snižují odtoky dešťových vod, hlučnost a také prašnost, zároveň zlepšují mikroklima. Cena dotace se zvedla z 500 na **800 Kč/m²** půdorysné plochy. Tato dotace se vztahuje na všechny vegetační střechy, ale zároveň musí zateplení splňovat podmínky programu NZÚ. Brno, jako první české město, schválilo 20 - ti milionový rozpočet, které jsou určeny pro rozvoj vegetačních střech, rozděluje se území Brna a venkov Brno. Výše dotace se zde může pohybovat okolo **900-1400 Kč/m²** půdorysné plochy.

A.1.4. Funkce a působení vegetační střechy

střechy svou skladbou poskytují řadu užitečných funkcí, které nám nahrazují zastavěná území, a stále se ukazuje, že do budoucna to bude jedno z mála vhodných

řešení. Skladby mohou poskytovat mnoho vzájemně propojených funkcí, a také se mohou vyskytovat v různé formě a dle daného podnebí, umístění a skladbě mohou mít různý význam. Pozitivní účinek vegetačních střech na zlepšení klimatu a ovzduší se může vzhledem k jeho rozšíření zdát jako nepodstatný, avšak výzkumy a jednotlivé měření ukázaly opak. Zlepšení není podmíněno tím, aby se změnily veškeré střešní pláště bez vegetační vrstvy, na pláště s vegetační vrstvou. Stačí vytvořit síť, která bude zajišťovat rozmístění vegetačních střech, které budou mít možnost jednoznačně redukovat nepříznivé vlivy okolí.

A.1.4.1. Ochranné působení a ekonomické funkce

- Vegetační souvrství chrání hydroizolaci před mechanickým poškozením důsledkem nepříznivých vlivů, zároveň chrání proti sání větru. Tím se poměrně prodlužuje životnost střechy.
- Ochrana hydroizolačního souvrství před UV zářením a před kolísáním teplot.
- Zlepšení tepelné pohody pod střešním pláštěm, především v létě. Ozeleněním střechy vzrůstá tepelný odpor konstrukce, zejména tím, že se nám zde zachytává relativně velké množství vlhkosti a společně s vegetační vrstvou nám ušetří až 50 % tepelných ztrát střešních konstrukcí.
- Z požárního hlediska zabraňuje šíření požáru a sálání tepla.
- Zvýšení hodnoty dané nemovitosti.
- Snížení náporu na kanalizační síť, jelikož vegetační vrstvy nám zvyšují svou skladbou retenční schopnost.
- Snížení hlučnosti v důsledku vegetační vrstvy, jelikož rostliny slouží jako tlumiče hluku. Jejich hlavní přednost je reflexe a deflexe hluku. Největší podíl na snížení má substrát, který dokáže pohltit největší podíl hlukového dopadu.

A.1.4.2. Funkce urbanistická a krajinářská

- Zpříjemnění obytného i pracovního prostředí.
- Zlepšení vzhledu a kvality životního prostředí zastavěných území.
- Nahrazují zachování diverzity přírody i v urbanisticky zastavěném území.

A.1.4.3. Enviromentální funkce a působení

- Zlepšení mikroklimatu oproti konstrukcím, které mají tradiční skladby nebo štěrkovou vrstvu
 - o Zvyšuje se vlhkost vzduchu
 - o Snižuje se prašnost

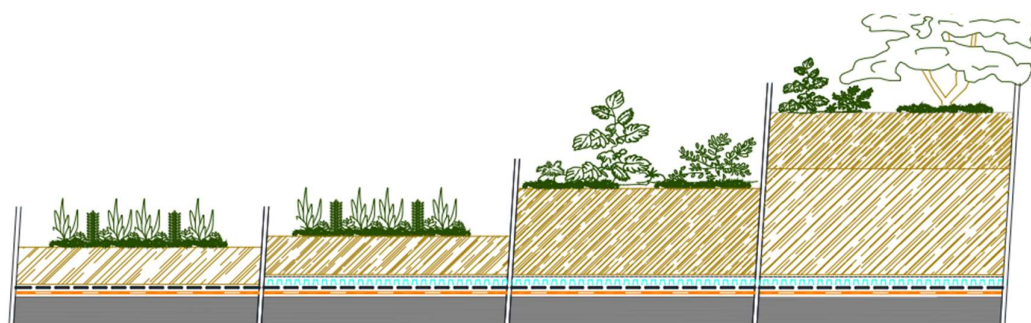
- Vyrovnání extrémních teplot
- Snížení vyzařování a zrcadlení na ostatní sousední plochy
- Zpomalení odtoku srážkových vod a její retence a poté vrácení do přirozeného koloběhu života
 - Většina srážkových vod se vsakuje a akumuluje se v jednotlivých vrstvách
 - Koeficient odtoku se dostává na velmi malou hodnotu
 - Snížení špičkového odtoku srážkové vody, a zároveň přebytečné odtékání do kanalizace je zde s časovým posunem

Střešní krytina	Maximální špičkový odtok [litrů/s·ha]
Štěrk	187
Střešní tašky	221
Vegetační střecha extenzivní, 8 cm	73

A.1.5. Rozdělení vegetačních střech

Vegetační střechy dělíme dle následujících faktorů:

- Podle mocnosti vegetační vrstvy: **extenzivní, polointenzivní a intenzivní**
- Podle funkce: **nepochozí, pochozí a pobytové**
- Podle hlavního využití celého souvrství: **retenční, biodiverzní, fotovoltaické, pěstební**
- Podle sklonu: **ploché** (do 5°), **šikmé s mírným sklonem** (od 5°- do 20°), **šikmé s velkým sklonem** (od 20°- do 45°), **strmé** (více než 45°)
- Podle prostorové vazby na terén: **v úrovni, v dotyku a bez dotyku s parterem**
- Rozdělení podle skladby vrstvy: **jednovrstvé, vícevrstvé**



JEDNOVRSTVÁ SKLADBA		VÍCEVRSTVÁ SKLADBA	
extenzivní vegetace	extenzivní vegetace	polointenzivní vegetace	intenzivní vegetace
Vegetační vrstva se zvýšenou vodopropustností, zpravidla extenzivní střešní substrát bez obsahu vyplavitelných částic.	vegetační vrstva, zpravidla extenzivní střešní substrát	vegetační vrstva, zpravidla extenzivní / intenzivní střešní substrát	vegetační vrstva, zpravidla intenzivní střešní substrát, při mocnosti >350 mm je vhodné použít 1/3 vrchní intenzivní substrát a 2/3 spodní minerální substrát, může být doplněn o hydroakumulační vrstvu
	filtrační vrstva		
	drenážní vrstva		
ochranná a separační vrstva			
hydroizolace odolná proti prorůstání kořenů			
mocnost souvrství <100 mm	mocnost souvrství 60–150 mm	mocnost souvrství 150–350 mm	mocnost souvrství >200 mm

Obr.2. rozdělení střech podle druhu vegetace a skladby

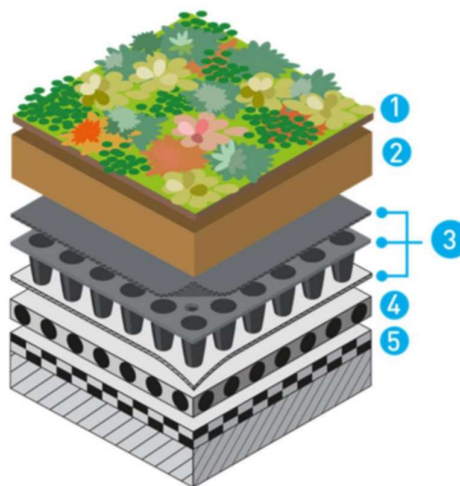
A.1.6. Typy jednotlivých vegetačních střech

A.1.6.1. Extenzivní vegetační střechy

Jedná se o druh vegetační střechy s nejmenší tloušťkou vegetační vrstvy, která se pohybuje v rozmezí 50-150 mm, tím pádem je zatížení na nosné konstrukce minimální. Svou vahou je tedy extenzivní vegetační střecha vhodná na většinu střech, ale vše záleží na statickém posudku. Zásobování živin vodou se děje pouze přirozenými procesy. Najdou se zde odolné typy rostlin, zároveň se jedná o rostliny menšího vzrůstu. Všem rostlinám musí stačit malá výška substrátu.

Tento typ střechy nevyžaduje příliš velkou údržbu, plní zejména okrasný a případně izolační účel. Není tím pádem určité přímo pro pohyb lidí.

Retenční schopnost extenzivní vegetační vrstvy je až 50 %, součinitel odtoku C bývá většinou u extenzivní vrstvy



1. Vegetace
2. Vegetační vrstva
3. Systém drenážní a filtrační vrstvy
4. Kořenovzdorná vrstva
5. Hydroizolační vrstva

Obr. 3. skladba extenzivní střechy

do hodnoty 0,5. Hmotnost skladby v nasyceném stavu se pohybuje okolo hodnoty 75 kg/m². Vodní kapacita vrstvy se dostává na hodnotu nejméně 17 l/m².



Obr. 4. zelená střecha na RD u Hostěnic v Brně

A.1.6.2. Polointenzivní vegetační střechy

Polointenzivní vrstvy představují přechodný typ mezi extenzivní a intenzivní vrstvou. Vegetaci zde zajišťují rostliny, které jsou typické pro extenzivní rostliny. Typické rostliny jsou doplněné o trvalky a dřeviny. Polointenzivní střechy se rozlišují tím, že mají vyšší nárok na vegetační souvrství a na zásobování vodou a živinami.

Tato střecha vyžaduje určitou údržbu, jako je péče o vzhled nebo občasné zalévání. Mocnost souvrství se pohybuje v rozmezí 150 až 350 mm.

		Mocnost souvrství využitelná pro kořenění rostlin v cm																						
		4	6	8	10	12	15	18	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	125	150	200	
Způsob ozečnění a formy vegetace	Extenzivní zelené střechy	Rozchodníky																						
		Rozchodníky – trvalky																						
		Rozchodníky – byliny – trávy																						
		Trávy – byliny																						
	Polointenzivní zelené střechy	Trávy – byliny																						
		Trvalky																						
		Keře																						
		Malé a střední stromy																						
	Intenzivní zelené střechy	Trávník																						
		Trvalky																						
		Keře																						
		Malé a střední stromy																						
		Vysoké stromy																						

Tab. 2 – Mocnost souvrství pro koření rostlin

Retenční schopnost dané vrstvy je až 74 %, součinitel odtoku C bývá většinou u polointenzivní vrstvy do hodnoty 0,4. Hmotnost skladby v plně nasyceném stavu se pohybuje okolo hodnoty 115 kg/m². Vodní kapacita vrstvy se dostává na hodnotu nejméně 20 l/m².

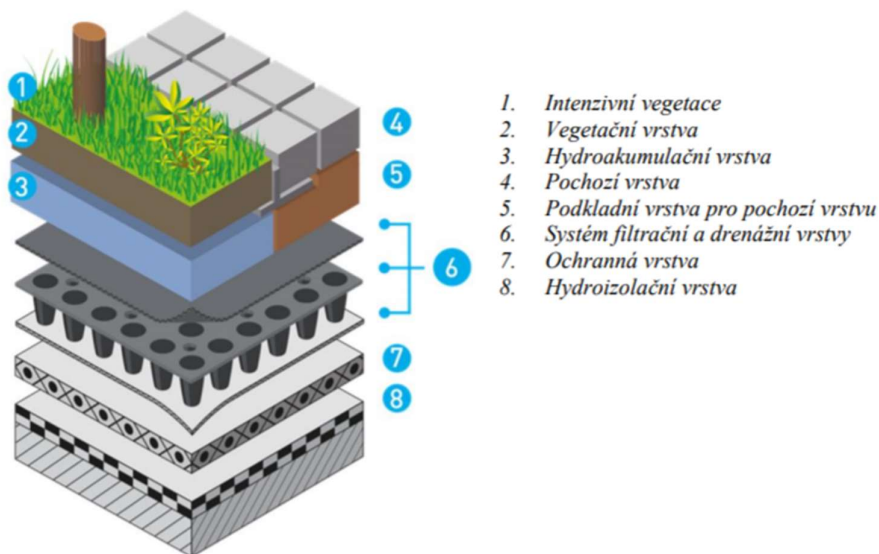
A.1.6.3. Intenzivní vegetační střechy

Intenzivní vegetační střechy jsou nejnáročnější z hlediska údržby, zatížení a montáže. Tyto střechy jsou nejčastěji užívané jako pochozí, nebo pobytové. Tloušťka vegetační vrstvy se zde pohybuje v rozmezí 350–1000 mm. Silnější vrstvy půdy nebo substrátu umožňují osazení nejnáročnějších vegetací, jako jsou například keře nebo i menší stromy.

Výhoda intenzivní střechy je ve vynikajícím zadržování srážkové vody, což nám pomáhá při poddimenzované kanalizaci nebo tam, kde máme jiné problémy s odvodem srážkových vod. Zároveň nám pomáhají zlepšovat koloběh života.

Retenční schopnost dané vrstvy je až 90 %, součinitel odtoku C bývá většinou u intenzivní vrstvy max. do hodnoty 0,15. Hmotnost skladby v plně nasyceném stavu se pohybuje okolo hodnoty 155 kg/m². Vodní kapacita vrstvy se dostává na hodnotu nejméně 32 l/m².

Tato vrstva vyžaduje samostatný zavlažovací systém, který musí obsahovat samostatný přívod vody a elektrické energie.



Obr. 5. skladby intenzivní střechy

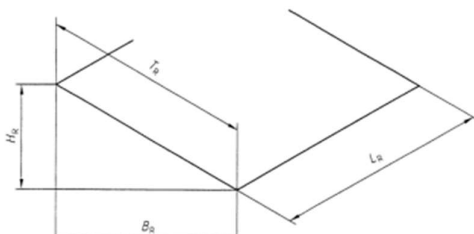
A.1.7. Součinitel odtoku C pro vegetační střechy

Při dimenzování kanalizačních dešťových svodů a drenážních vrstev je nejdůležitější stanovení součinitele odtoku. Součinitel odtoku C je bezrozměrné

číslo, jehož maximální hodnota je rovna 1 a jehož použitelná hodnota vyjadřuje schopnost povrchu střechy odvádět srážkovou vodu. Hodnota součinitele odtoku C je ovlivněna mocností a složením vegetační vrstvy, vegetací, sklonem střechy, přítomností dodatečné hydroakumulační vrstvy a klimatickými podmínkami. [2] Hodnota C se uvádí v desetinných číslech, což v převodu znamená například C=0,4 – 40 % dešťových vod oteče a 60 % zůstane naakumulováno v jednotlivých vrstvách.

Při dimenzování jednotlivých odtokových vrstev je klíčový odvod vody při přívalem dešti, kde se předpokládá co nejrychlejší vsáknutí do vegetačních a hydroakumulačních vrstev. Přebytek vody, který se nevsáknul, je odváděn pomocí drenážních vrstev do střešních vtoků nebo jiného odvodňovacího zařízení.

Dimenzování drenážní vrstvy se stanoví podle vzorečku q' a v případě, kdy má odvodňovaná část střechy větší sklon než 5° , tak se stanoví podle vzorce A.

$$A = L_R \cdot \left(B_R + \frac{H_R}{2} \right)$$


$$q' = \frac{A \cdot C \cdot q}{b}$$

kde je

- q' – celkový odtok dešťové vody ze střechy [$l \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$],
- A – odvodňovaná plocha [m^2], podle rovnice (2),
- C – součinitel odtoku [–],
- b – výpočtová odtoková šířka (volná šířka u vpusti nebo žlabu) [m],
- q – návrhový 15minutový déšť [$l \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$]

Přesnou návrhovou hodnotu q, která je udávána pro intenzivní, patnácti minutový déšť, je k dispozici v národní normě ČSN 75 9010. Drenážní vrstva se také dimenzuje na patnácti minutový intenzivní déšť, pro který platí vztah $p=0,2 \cdot rok^{-1}$.

Součinitele odtoku ze střech:

- C = součinitel špičkového odtoku udává odtok během návrhového deště o dané intenzitě a trvání. Součinitel C je směrodatný pro návrh odvodnění střechy, dimenze svodů a kanalizačního potrubí. [2]
- Ψ = součinitel objemového (dlouhodobého) odtoku udává střední nebo průměrnou hodnotu odtoku v delším časovém horizontu, např. za rok. Součinitel ψ je určující pro výpočet množství srážkových vod odváděných do kanalizace. [2]
- Součinitel záleží na složení vrstvy, sklonu atd., ale pokud nejsou k dispozici žádné konkrétní skladby a jejich součinitelé, tak se použije pro výpočet tabulka.

	DIN 1986-100		ÖNORM B 2501	ČSN 75 6760		FLL				
Mocnost	C (≤ 5°)	Ψ (≤ 5°)	C	C (<5 %)	C (> 5 %)	C (<5°)*	C (> 5°)	ψ**		
2–4 cm	0,5	0,3	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	0,6		
4–6 cm						0,6	0,7	0,55		
6–8 cm			0,5			0,5	0,6	0,5		
8–10 cm										
10–15 cm	0,4	0,2	0,3	0,4	0,5	0,4	-	0,45		
15–25 cm						0,3		0,4	0,4	
25–30 cm			0,1			0,2		0,3	0,3	
30–50 cm	0,2	0,1							0,1	
> 50 cm										

Tab 3. – Součinitelé odtoku srážkové vody C a ψ

V některých případech můžeme mít větší sklon drenážní vrstvy, v tom případě je vhodné použít zpomalovače odtoku vody z jednotlivých vrstev. Pokud nebudou použity zpomalovače musíme součinitel odtoku navýšit.

Pro ověření výsledného výpočtu drenážního výkonu musíme započítat bezpečnostní přírážku, kterou udává jednotlivý výrobce. Vypočítá se podle následujícího vztahu.

$$q' < 0,8 \cdot q_{VVR}$$

kde

q' – je vypočítaný celkový odtok dešťové vody ze střechy,

q_{VVR} – tabulkový drenážní výkon výrobku, schopnost pro proudění vody v podélném směru při určeném zatížení a sklonu střechy podle ČSN EN ISO 12958

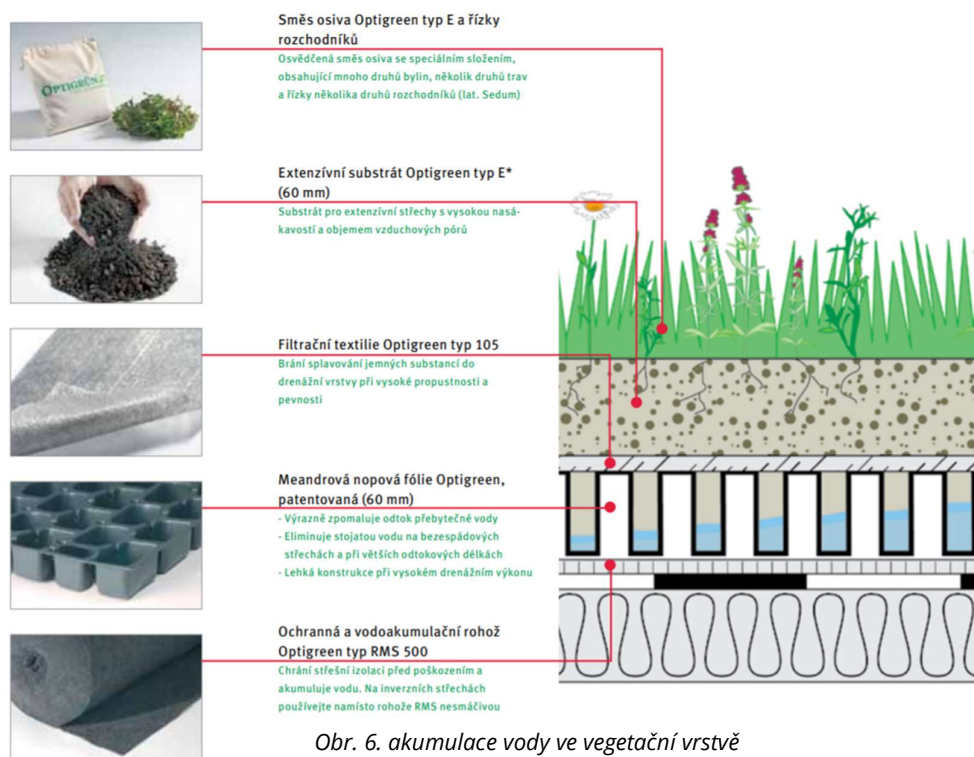
A.1.8. Retenční schopnost vegetačních střech

Vegetační střechy mají hlavní vlastnost zadržovat maximální množství srážkové vody a tím zpomalení odtoku do kanalizace. Minimálně $\frac{1}{4}$ střešního pláště s vegetační střechou musí být zpřístupněna a retence vody se určuje dle srážkových úhrnů.

Zadržení a akumulování probíhá v nejvíce substrátu.

Navrhnout dostatečnou hydroakumulaci jak pro extenzivní, tak i pro intenzivní či polointenzivní, je nutnost. Zde se jeví jako nejjednodušší cesta sečíst akumulaci všech vrstev dané konstrukce a máme celkovou hydroakumulaci, jenže v tomto případě se obvykle tyto údaje liší. Často se stává, že hodnoty hydroakumulace pro danou vrstvu nejsou deklarované a měření vzniká jen v laboratořích. Hydroakumulaci vegetační střechy ovlivňuje sklon a vegetace.

Zadržování srážkové vody může probíhat v substrátech nebo v meadrovánových nopových fólií, které výrazně zpomalují odtok přebytečné vody. Jejich další výhodou je, jejich lehká konstrukce i při vysokém výkonu drenážní vrstvy.



A.1.9. Závlahové systémy vegetačních střech

Závlaha vegetačních střech z důvodu nepravidelných srážek lze zajistit ručně, což je časově tak i fyzicky náročné. Další z možností je pomocí závlahového systému, který může být ovládaný ručně nebo automaticky.

Při výběru zavlažovacího systému máme možnost si vybrat ze třech typu:

- Mikrozávlaha
- Závlaha postřikem
- Závlaha podmokem

A.1.9.1. Možnost zavlažení vegetačních střech

• Mikrozávlaha

Hlavním rysem této závlahy je přesné, intenzivní, ale zároveň pomalé dávkování vody do požadované plochy. Dalším rysem mikrozávlahy je nízký průtok a tlak vody. Vedení potrubí může být podzemní, ale taky nadzemní.

- Bodová mikrozávlaha
- Kapková závlaha – nadzemní instalace
- Kapková závlaha – podzemní instalace

- **Bodová mikrozávlaha**

Bodová mikrozávlaha se specifikuje bodovými kapkovači, zavlažovači, shrubblery, zavlažovacími jehly a kapiláry. Zavlažovací jehly se můžou dělat na několik typů z hlediska vývodu (jehel). Kapiláry a jehly jsou napojeny na přívodní potrubí přes kapkovače. Mezi výhody patří zavlažování jednotlivých půdorysných míst nebo samostatných rostlin. Další výhodou bodové mikrozávlahy je, že systémy jsou natlakovány jen nízkým tlakem a to od 0,5 až do 2,0 bar, tím pádem je nutnost mít regulační ventil pro seřízení tlaku. Vyrábí se také kapkovače s kompenzací tlaku, které mohou zajistit rovnoměrný tlak po celé ploše. Průtok jednotlivým kapkovačem činí 2-10 l/hod.

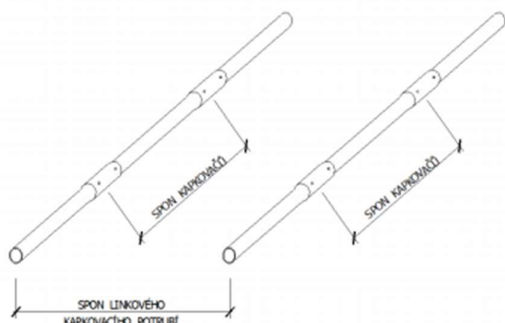


Obr. 7. detaily jednotlivých typů mikrozávlahy

- **Kapková závlaha – nadzemní instalace**

Pro danou závlahu je typické potrubí o rozměrech 16-20 mm, kterou můžeme mít bez kompenzace tlaku nebo s přímou kompenzací tlaku. V potrubí jsou po určité vzdálenosti (20, 30, 40, 50, 60, 100, 150 cm) integrovány tzv. kapkovače. Druhým typem kapkové nadzemní závlahy je průsakové potrubí, které je specifické v tom, že po celé délce potrubí má tzv. porézní stěny. Pracovní tlak pro tuhle závlahu se pohybuje v rozmezí 1-3 bary.

V případě kapkové závlahy, ve větších plochách nebo ve svažitém terénu, se používá potrubí s přímou kompenzací tlaku. Pracovní tlak se zde pohybuje v rozmezí 1-4 bar a výtok jednoho kapkovače by měl činit 2,1 l/hod.



Obr. 8. detaily kapkových nadzemních závlah

- **Kapková závlaha – podzemní instalace**

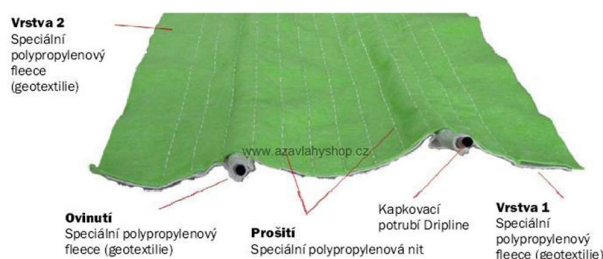
Pro podzemní instalaci kapkové závlahy je typické potrubí o průměru 16 mm, které obsahuje měděné plíšky nebo stopové látky, které odpuzují kořeny rostlin, které by mohly prorůst až do závlahy. Potrubí má pouze jednoduché kapkovače se třemi výtokovými otvory. Doporučený tlak v zavlažovacím potrubí se pohybuje v rozmezí 1-3,5 baru, díky přímé kompenzaci tlaku je možné jej využít ve větších plochách.

Z důvodu nízké náročnosti na substrát se tento typ závlahy využívá nejčastěji, hlavně u nových vegetačních střeš a střešních zahrad. Tím pádem má závlaha maximální úsporu vody.



Obr. 9. detaily kapkových podzemní závlah

podzemní závlaha je zavlažovací rohož, která je speciálním druhem. Kapkový potrubí je všito v daných rozestupech mezi vrstvu geotextilie. Voda z potrubí nasytí geotextilii, tím pádem dochází k rovnoměrnému zavlažování. Doporučený tlak pro tento systém je 1-3,4 baru. Tohle řešení je nejvýhodnější z hlediska využití vody.



Obr. 10. detaily závlahové rohože

- **Závlaha postřikem**

Přenos vody na určitou plochu se distribuuje skrze tzv. postřikovače. Používají se postřikovače výsuvné a nevýsuvné, mohou být také rotační. Výsuvné postřikovače mají nižší výsuvnost z důvodu přetlačení vrstvy na vegetační střeše. Postřikovače jsou zpravidla nainstalovány tak, že mají trysku, která je nejčastěji rozprašovací.

Při vysunutém postřikovači se vytváří vodní clona, která v požadované výšce zavlažuje půdorysnou plochu. Poloměr postřikované plochy se pohybuje

od 0,6 až do 5,2 m, ale vzdálenost distribuce vody zaleží na typu postřikovače a pracovním tlaku, který se pohybuje kolem 2,0-2,5 baru.

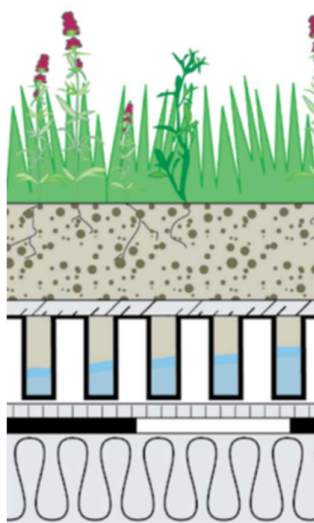
Vyrábějí se i postřikovače s nastavitelnou rotační tryskou, které disponují menší spotřebou a srážkovou výškou, poloměr postřikované plochy je v takových případech v rozmezí 3-11 m. Provozní tlak se pohybuje kolem 2,5-3,5 bar.



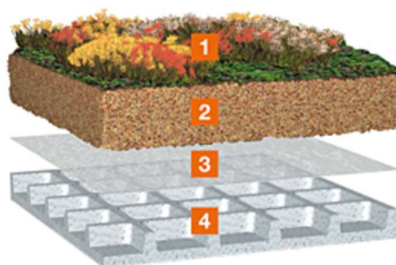
Obr. 11. rozprašovací tryska

• Závlaha podmokem

Tento typ závlahy můžeme spojit dohromady s meandrovanou nopovou fólií, jelikož funguje na podobném principu. Tento typ závlahy spadá do skupiny gravitačních závlah, funguje na bázi vztlínivosti a difúze, jelikož je voda naakumulována v drenážní vrstvě. Hladina vody dosahuje 2/3 výšky. Výhoda této závlahy je rovnoměrná závlhka a velká úspora energie. Použitelnost a funkčnost tohoto typu je podmíněno plochými střechami se sklonem do 2°.



Obr. 12. detail drenážní vrstvy



1	Ozelenění	Směs semen
2	Vegetační vrstva	Bauder substrát extenzivní, tloušťka pokládky 5 cm.
3	Filtrační vrstva	Filtrační rohož Bauder FV 125
4	Vrstva pro akumulaci vody / Drenážní vrstva	Deska pro akumulaci vody Bauder WSP 50

Obr. 13. detail drenážní vrstva

A.1.9.2. Závlahové množství

Množství je množství vody, závisící na jednotce závlahové plochy, a zároveň na využitelnosti srážek ve vegetační vrstvě.

Podle účelu a požadované přesnosti můžeme hodnotu stanovit:

- Orientačně podle směrných závlah o množství z přílohy ČSN 75 0434
- Výpočtem závlahových množství z bilanční rovnice
- Retrospektivním vláhovým bilancováním

Bilanční rovnice

Závlahové množství se vypočítá z bilanční rovnice M_z , výsledek je m^3/ha . Závlahové množství se počítá samostatně pro každou skupinu nebo plodinu, často se zaokrouhluje na celých $50 m^3/ha$.

$$M_z = k_z \cdot (r_1 \cdot V_c - r_2 \cdot \alpha \cdot S_v - r_3 \cdot W_z - W_k) [m^3/ha]$$

M_z ...závlahové množství [m^3/ha]

k_z ...ztrátový součinitel vyjadřující podíl všech ztrát zavlažované vody

V_c ...vláhová potřeba rostliny [m^3/ha]

α ...součinitel využitelnosti srážek

S_v ...dlouhodobý průměr srážek za vegetační období rostliny

W_z ...využitelná zásoba vody v půdě na začátku vegetačního období [m^3/ha]

W_k ...využitelné množství vztlínající podzemní vody [m^3/ha]

r_1 ...redukční součinitel pro úpravu V_c v závislosti na nadmořské výšce

r_2 ...redukční součinitel pro úpravu α v závislosti na nadmořské výšce

r_3 ... redukční součinitel pro úpravu W_z v závislosti na druhu půdy a sklonu terénu

Retrospektivní vláhové bilancování

Tohle řešení je přesnější, ale zároveň nejsložitější. Určují se v dlouhodobých časových řadách. Obsahuje následující veličiny:

- Průměrné plné roční závlahové množství, a zároveň průměrné snížené roční závlahové množství [m^3/ha]

$$M_{zp} = \frac{\sum_r M_{zrp}}{R}$$

$$M_{zrp} = k_z \cdot \sum_i M_{dirp}$$

kde M_{zp} – průměr. plné roční závlahové množství za R-leté období [m^3/ha]

K_z – ztrátový součinitel, viz tabulka dle ČSN 75 0434

M_{zpr} – průměrné plného závlahového množství

M_{dir} – hodnota závlahových dávek

- Průměrné snížené závlahové množství za určitý rok [m^3/ha]

$$M_{zr} = k_z \cdot \sum_i M_{dir}$$

- Časově rozdělení sníženého ročního závlahového množství, které jsou rozdělené do určitých dávek [m^3/ha]
- Průměrná zabezpečenost závlahová voda podle objemu [%]

$$p_o = \frac{M_{zsr}}{M_{zp}} \cdot 100 \quad M_{zsr} = \frac{\sum_r M_{zr}}{R}$$

kde P_o – průměr. zabezpečenost dodávky vody dle objemu [%]

M_{zsr} – průměrné snížené závlahové množství [m^3/ha]

A.1.9.3. Závlahová dávka

- Stanovení

Výpočet dávky se stanovuje podle obecného vzorce, která se stanovuje pro řízení provozu:

$$M_d = 100 \cdot k_z (\Theta_{PK} - \Theta_m) \cdot h$$

- Směrodatná závlahová dávka

Určí se podle půdních vrstev, poměru, tloušťky, zakořenění jednotlivých rostlin. Určuje se podle nejnáročnější plodiny na vláhu.

$$M_{ds} = 100 \cdot (\Theta_{PK} - \Theta_{min}) \cdot h_u$$

kde M_d – výpočet závlahové dávky [m^3/ha]

M_{ds} – výpočet směrodatné závlahové dávky [m^3/ha]

Θ_{PK} – kapilární pórovitost půdy, určí se dle tabulky nebo měřením [%]

Θ_{min} – okamžitá půdní vlhkost [%]

h – potřebná hloubka navlažení, závisí na druhu půdy/ plodiny [m]

h_u – účinná hloubka zakořenění v kritickém období [m]

A.1.9.4. Tabulky pro výpočet potřeby vody – součinitelé

Druh půdy	α
hlinité	0,75
jílovité	0,70 a méně
písčité	0,60
velmi těžké	0,50

Tabulka 4: Tabulka součinitele využitelnosti srážek α

Způsob závlahy	k_z
postřik	1,15 až 1,25
podmok	1,25 až 1,45
přeron	1,45 až 1,65
výtopy	1,65 až 2,50
mikrozávlahy (viz [24])	1,05 až 1,15

Tabulka 5: Tabulka ztrátového součinitele K_z

Nadmořská výška m	r_1	r_2
200 a méně	1,00	1,00
300	0,88	0,88
400	0,81	0,82
500	0,78	0,78
600	0,75	0,70
700	0,73	0,64

Tabulka 6: Tabulka redukčních součinitelů r_1 a r_2

Druh půdy	r_3 při sklonu terénu v %		
	do 2	2 až 5	5 až 10
lehká	1,00	0,93	0,86
středně těžká	1,00	0,87	0,74
těžká	1,00	0,72	0,44

Tabulka 7: Tabulka redukčních součinitelů r_3

A.1.9.5. Vláhová potřeba rostlin

Vláhovou spotřebu rostlin určíme podle potřebného množství vody na půdorysnou plochu, kterou rostlina potřebuje ve vegetačním období. Pro zajištění vývoje rostliny se musí znát její spotřeba na evaporaci a transpiraci v daných klimatických podmínkách.

Můžeme ji stanovit podle experimentálního měření a bilancování spotřeby vody pomocí lyzimetru na půdních vzorcích.

- Konkrétní hodnota vychází z bilanční rovnice

$$ET = P - \frac{V_z + V_l + V_i + \Delta V_w + \Delta V_s}{A}$$

ET...evaporace a transpirace
P...energie získaná při fotosyntéze nebo ztracená respirací
Vz...povrchový a podpovrchový odtok z uvažované plochy
VI...ztráta vody z uvažované plochy mimo Vz
ΔVw...změna zásoby podzemní vody
A...velikost uvažované plochy

- Nebo na základě empirických vzorců, které zohledňují přesné meteorologické a klimatické vlivy, změny, srážky pro danou oblast.

1. Stanovení vláhové množství podle ČSN 75 0434

2. Výpočtem na základě sytostního doplňku, na základě výzkumu, který stanovil Sláma s Pýchou:

$$Vc = \Sigma Sd \cdot Kb [mm]$$

Vc...vláhové množství
ΣSd...součet denních hodnot sytostního doplňku v řešeném období
Kb... koeficient biologické křivky vláhové potřeby z ČSN 75 0434

3. Pomocí metody ideálních srážek (Klatt, Hemereka), kdy při výpočtu dochází k zohlednění typu půdy a konkrétních měsíčních teplot. Ideální srážky pro jednotlivé plodiny byly stanoveny statistickým vyhodnocením srážek v období, kdy bylo u dané plodiny dosaženo příznivých výnosů. Při výpočtu pomocí této metody dochází k opravě Klattovy stanovené ideální srážky. S každým +1° je k původní hodnotě ideální srážky přičteno 5 mm a s každým -1° je 5 mm odečteno. Není-li teplotní nárůst celé číslo, vzniká opravená hodnota interpolací mezi dvěma celými hodnotami. [3]

4. Výpočet podle organizace pro výživu a zemědělství, které navazují na původní Penman-Montheithovy rovnice:

$$ETO = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34u_2)}$$

ET0...referenční evapotranspirace [mm.den-1],
Rn...balance radiační energie [MJ.m-2.den-1],
G...tok tepla do půdy [MJ.m-2.den-1],
T...průměrná teplota vzduchu [°C],
u2...rychlost větru měřená ve 2 m výšce [m s-1],
e_s - e_a...sytostní doplněk [kPa],
Δ...směrnice křivky nasyceného tlaku vodní páry při dané teplotě [kPa.°C-1],
γ...psychrometrická konstanta [kPa.°C-1]

A.1.9.6. Zdroj vody pro závlahu

Při návrhu zavlažovacího systému, ať už se jedná o zahrady, vegetační střechy apod. je nutné zvážit možnost zdroje vody. Ve všech případech musí být množství vody dostačující a čisté. Vždy je nejlepší mít čistou vodu, jelikož ji rostliny lépe přijímají. Při návrhu je nutné uvažovat i s filtry pro systém potrubí, aby nedošlo k jejímu zanesení.

Denní spotřeba vody, pro běžnou zelenou střechu, ve vegetační sezóně je odhadována na 2–5 litru na 1 m² půdorysné vrstvy. Když budeme chtít navrhnout automatické zavlažování systému, musíme zohlednit vydatnost zdroje vody.

V České republice se jeví různé možnosti využití vody - studniční vody, vody z vodovodu, vody z vodoteče a přírodní nádrže nebo jejich kombinací. Ve světě, kde jsou zdroje vody málo vydatné a není jich dostatek, se využívá přečištěná odpadní voda nebo voda šedá. [4] Přečištěná odpadní a šedá voda není u nás dostatečně popsána, tím pádem se vytváří velká bariéra pro jejich využití.

- Srážková voda – voda vznikající dešťovými a sněhovými srážkami. Zároveň je to nejkvalitnější zdroj pro zavlažování. Nevýhoda srážkových vod spočívá v tom, že srážky jsou nepravidelné. Tím pádem zajištění dostatečné dodávky je velmi obtížné, proto musíme kombinovat s jiným zdrojem. Při instalaci nastavíme srážkovou vodu jako primární zdroj, další přívod vody můžeme použít jako zdroj sekundární.
- Studniční voda – dělíme ji na dva typy, a to vrtaná a kopaná studna. Při kontrole kvality podzemních vod je vhodné mít udělaný rozbor vody, zda je potřebné vodu čistit či nikoliv. U vrtaných studen máme problém při velké spotřebě, jelikož průměr akumulace vody je zde menší než u kopaných. U studen je potřeba osadit čerpadlo nad spodní úroveň dna, aby nedocházelo k mechanickému poškození.
- Voda z veřejného řádu – v současné době je to jeden z nejlepších zdrojů pro závlahu, jak z hlediska kvality vody, tak z hlediska dostatečné dodávky. Z hlediska provozního je to jedna z nejdražších variant, jelikož cena 1 m³ se pořád navyšuje. Cena vody se může v jednotlivých krajích mírně lišit. Avšak pokud budeme mít odběr vody z veřejného vodovodu vyšší než 30 m³ a jsme schopni prokázat, že voda nebyla odvedena do kanalizace, ale byla použita jen pro zavlažování, můžeme uplatit slevu na stočném dle zákona č. 274/2001 Sb. Využití této slevy je podmíněno instalací podružného vodoměru.
- Voda z vodotečí nebo přírodní nádrže – zdroj vody z vodoteče nebo přírodní nádrže je u větších zavlažovacích ploch, jelikož je náročná na filtraci. Většinou je nutnost osadit předfiltraci před filtraci. Filtrace

s automatickým proplachem je zde doporučena z důvodu odstranění mechanických nečistot od čerpané vody, důsledkem toho je menší zátěž na jednotlivé filtry. Z důvodu odběru z povrchových vod máme povinnost požádat o povolení vodoprávní úřad povodí, který řeší příslušné území, na kterém se přírodní nádrž nachází. Proces se řeší podle § 8 vodního zákona.

- Šedé vody - jsou odpadní vody bez obsahů fekálií a moči, tzn. vody ze sprch, myček, umyvadel, praček. V novějším pojetí se do šedých vod často nezařazuje odpadní voda z kuchyní. Šedé vody mohou být čištěny v zařízeních, kde se využívají aerobní biologické procesy nebo membránové technologie, které vyčištěnou vodu zbavují většiny virů a bakterií. Často se také na hygienizaci používá UV lampa na výstupu ze zařízení. Vyčištěná šedá voda se nazývá bílá voda, je kvalitou srovnatelná se srážkovou a použitelná především jako voda provozní pro splachování toalet a zalévání. [5]

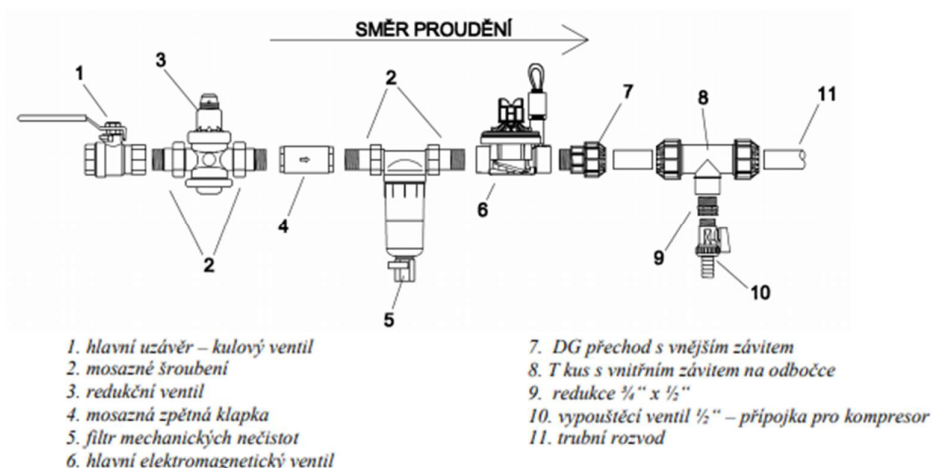
A.1.9.7. Hlavní sestava zavlažovacího systému

Nejdůležitějším prvkem závlahového systému je hlavní sestava, která zabezpečuje přívod vody. Jednotlivé prvky sestavy slouží k úpravě tlaku a filtraci vody. Bez těchto prvků nemůže hlavní sestava fungovat správně a bezpečně, zároveň tyto prvky prodlužují životnost celého systému.

- Uzávěr vody – zajištění odstávky pro čištění, zazimování, poruchy. Hlavní uzávěr vody musí být vždy při návrhu systému.
- Vypouštěcí ventil – slouží k vypuštění systému, kapkovače se nechají otevřené a přes vypouštěcí ventil se systém celý profoukne vzduchem z kompresoru. V zimním období se nedoporučuje, aby stála voda v systému.
- Filtr mechanických nečistot – z důvodu správného fungování celého systému je potřeba osadit filtr, bez ohledu na zdroj vody. Systém musíme vybavit filtrem s jemností 75 až 120 mesh, u systému s mikrozávlahou máme požadavek větší, a to 120-155 mesh. Vyrábějí se dva typy filtrů, a to mosazný nebo plastový. Ve vodovodním řádu můžeme častěji narazit na změny tlaku, oproti jiným zdrojům, a tak je lepší zvolit filtr mosazný, jelikož je tlakově odolnější.
- Redukční tlakový ventil – doporučujeme osadit na systém v každém případě, ale není to nutnost. Osazuje se do sestavy z důvodu kolísání tlaku v přírodním potrubí. Osazením zajistíme tlakově stejné podmínky v celém systému.
- Zpětná klapka – osazení zpětné klapky zabraňuje zpětnému chodu do přírodního potrubí. Dle ČSN EN 1717 může správce vodovodní sítě nařídit osazení oddělovač místo zpětné klapky. V případě přívodu vody

ze studny slouží zpětná kapka proti přetlačení vody ze systému zpět do čerpadla.

- Šroubení – umožňuje snadnou manipulaci s armaturami při jejich montáži nebo opravě.
- Hlavní elektromagnetický ventil – nezbytná součást sestavy, umožňuje ovládat a regulovat dodávku vody do systému. Když se závlaha nepoužívá, ventil se automaticky uzavře, systém je zavodněn, ale není natlačen. Důsledkem tohoto uzavření jednoznačně stoupá životnost systému a riziko poruch tím pádem klesá.



Obr. 14: schéma zapojení komponentů hlavní sestavy pro závlahování

A.1.10. Hygienické požadavky na vegetační střechy

Pokud má veřejnost přístup na vegetační střechu musíme zajistit:

- Zabránění pronikání zápachu z kanalizačních svodů – musíme navrhnout vhodné střešní vtoky se zápachovou uzávěrkou nebo vyřešit jiným řešením. Vložení mechanické uzávěrky se snižuje odtoková kapacita vtoků, proto toto řešení není nejvhodnější.
- Větrací potrubí situovat na místa, kde zápach nebude nikoho obtěžovat. Nejmenší vodorovná vzdálenost vyústění větracího potrubí kanalizace od teras, oken nebo jiných otvorů, které jsou spojené s trvale používanými jsou 3 metry. Při menších vzdálenostech je třeba větrací potrubí vyústit nejméně 1 metr nad úroveň nejvyšší části tohoto otvoru nebo 3 metry nad úroveň terasy. [2]
- Uvedené požadavky na vzduchotechnické potrubí a jeho vyústění platí přiměřené, zaleží na jejich filtraci a dalších dílčích věcech.

A.1.11. Dimenze nouzových přepadů vegetačních střech

Nouzové přepady se navrhují pro odvodnění plochých střech, z důvodu možného ucpání střešních vtoků, nebo poddimenzování vtoků v případě přívalového deště. Tím pádem můžeme nouzovým přepadem bezpečně zajistit odvod srážkové vody, abychom nepřetěžovali střešní konstrukci nebo dokonce nepoškodili jednotlivé stavební části.

V České republice platí ČSN EN 12056-3, která se věnuje odvádění dešťových vod ze střech (navrhování a výpočet) a ČSN 75 6760, která se obecně věnuje vnitřní kanalizaci. Střešní vtoky a potrubí vnitřní kanalizace, které odvádí srážkové vody ze střech a ploch ohrožujících budovu zaplavením, se dimenzují na intenzitu deště 0,03 l/(s.m²).

Nouzové odvodnění se navrhuje:

- V atice plochých střech, případně v čelech mezistřešních nebo zaatikovaných žlabů
- Podtlakovým systémem vyústěným nad upravený terén mimo budovu
- Střešním vtokem napojeným na potrubí s částečným plněním, které je opět vyústěno nad upravený terén mimo budovu

Odtok srážkových vod pro nouzové odvodnění se určuje podle vztahu:

- Pro střechy odvodněné jedním vtokem
 $Q_{not} = 0,07 \cdot A$
- Pro střechy odvodněné dvěma a více vtoky
 $Q_{not} = (0,07 - 0,0,3) \cdot C \cdot A$
- Dimenze nouzové přepadu v atice
$$L_w = \frac{24000 \cdot Q_{not}}{h^{1,5}}$$

kde A – půdorysný průměr odvodňované plochy, dle ČSN EN 12 056-3 [m²]

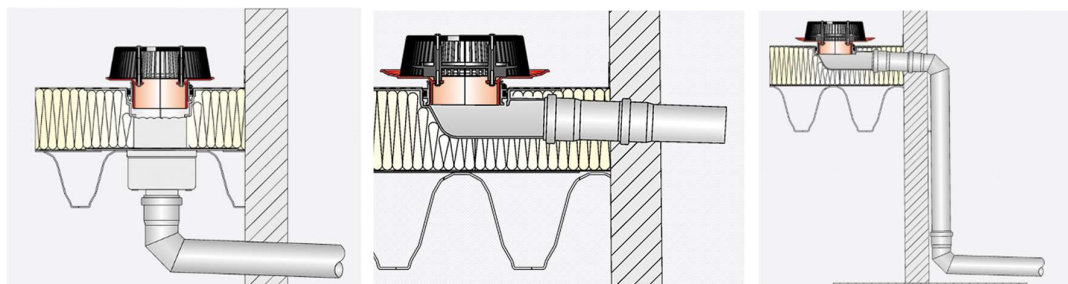
C – součinitel odtoku srážkových vod

0,03 – intenzita deště pro střechy a plochy ohrožující budovu zaplavením [l/s · m²]

0,07 – intenzita stoletého pětiminutového deště, kterého se uvažuje pro nouzové odvodnění [l/s · m²]

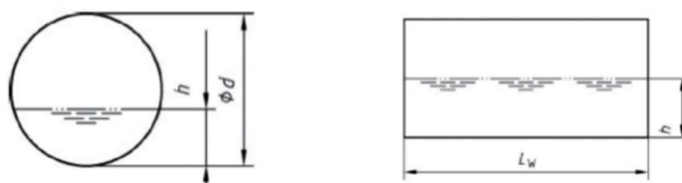
h – výška vody nad spodní hranou přepadu – tlaková výška [mm]

Řešení bezpečnostních přepadů pomocí střešních vtoků:



Obr.15. detaily nouzových vtoků

Řešení bezpečnostních přepadů v atice:



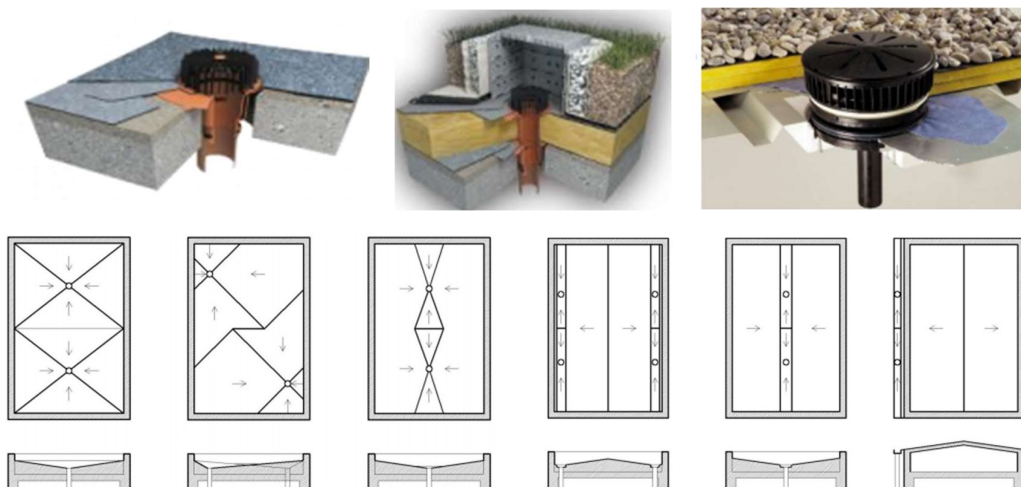
Obr.16. detaily nouzových vtoku – půdorysný vzhled

A.1.12. Odvodnění plochých střech

Plochá střecha je z hlediska zastřešení budov nejtěžší a nejnáročnější na detaily. Při jejím navrhování a realizaci musíme použít správné materiály, dodržet veškeré technické postupy výrobce, a zároveň musí být provedení udělané bezchybně. Střecha musí mít správnou geometrii, správnou dimenzi střešních vpust a odpadního potrubí.

Základní rozdělení plochých střech z hlediska odvodnění

- Vnitřní odvodnění
 - Gravitační
 - Podtlakové (100% zaplnění potrubí vodou)
- Vnější odvodnění



Obr.17. odvodnění plochých střech

A.1.12.1. Gravitační systém

Gravitační systém je založen na svévolném beztlakém proudění srážkových vod po stěnách potrubí, které je ve spádu. Pro tento systém se uvažuje stupeň plnění potrubí, který má maximálně hodnotu 0,33. Nejmenší dovolená světlost vnitřní odpadního potrubí je DN70. Výpočty posuzujeme s tabulkou maximálního odtokového množství dle ČSN 75 6760.

A.1.12.2. Výpočet odtoku dešťových vod

Před dimenzováním svodného potrubí musíme nejdříve stanovit odtok dešťových vod z půdorysné plochy. Musíme stanovit množství srážkové vody, které musí systém pojmout. Nejmenší dovolená světlost vnitřní odpadního potrubí je DN70.

Průtok stanovíme podle vztahu:

$$Q_r = i \cdot A \cdot C$$

kde i - intenzita deště, v l/(s·m²)

$i = 0,03$ pro střechy a plochy ohrožující budovu zaplavením

$i = 0,02$ pro plochy neohrožující budovu zaplavením

C - součinitel odtoku srážkových vod

C = součinitel odtoku dešťových vod, závisí na sklonu střechy a schopnosti střechy zadržovat vodu

A - půdorysný průmět odvodňované plochy v m²

Druh odvodňované plochy; druh úpravy povrchu	Sklon povrchu		
	do 1 %	1 % až 5 %	nad 5 %
	Součinitele odtoku srážkových povrchových vod C		
Střechy s propustnou horní vrstvou (vegetační střechy)	0,4 až 0,7 ¹⁾	0,4 až 0,7 ¹⁾	0,5 až 0,7 ¹⁾
Střechy s vrstvou kačírku na nepropustné vrstvě	0,7 až 0,9 ¹⁾	0,7 až 0,9 ¹⁾	0,8 až 0,9 ¹⁾
Střechy s nepropustnou horní vrstvou	1,0	1,0	1,0
Střechy s nepropustnou horní vrstvou o ploše větší než 10 000 m ²	0,9	0,9	0,9
Asfaltové a betonové plochy, dlažby se zálivkou spár	0,7	0,8	0,9
Dlažby s pískovými spárami	0,5	0,6	0,7
Upravené šterkové plochy	0,3	0,4	0,5
Neupravené a nezastavěné plochy	0,2	0,25	0,3
Komunikace ze zatravnovacích tvárnic	0,2	0,3	0,4
Komunikace ze vsakovacích tvárnic	0,2	0,3	0,4
Sady, hřiště	0,1	0,15	0,2
Zatravněné plochy	0,05	0,1	0,15

¹⁾ Podle tloušťky propustné horní vrstvy.

Tab.8. součinitele odtoku srážkových povrchových vod

Stanovení počtu střešních vpustí

Při dimenzování gravitačního odvodnění musíme znát kromě průměru střešních vpustí i jejich počet, kde by bylo vhodné se řídit dle technických údajů výrobce. Pro odvodnění střechy se navrhuje minimálně dvě střešní vpustí, v případě návrhu jedné vpustí je podmínka, že bude vždy doplněno pojistným přepadem nebo chrličem. Při návrhu je důležité si pamatovat, že více závisí na množství odtokových výtoků střešních žlabů nebo vpustí než na odtokovém množství dešťového potrubí.

Počet potřebných střešních vpustí se stanoví dle vztahu:

$$n = \frac{Q_r}{Q_{vtoku}}$$

kde Q_r – odtok dešťových vod [l/s]

Q_{vtoku} – výrobcem stanovená odtoková kapacita vpustí v DN [l/s]

Z hlediska umísťování střešních vpustí je nutnost dodržovat několik pravidel pro navrhování. V zásadě by se neměly umísťovat do závětrných rohů, popřípadě koutů střech. V případě umístění ke atice bychom měli dodržet minimální vzdálenost hrdla od dané konstrukce je 0,5 m, konstrukcí myslím atiku, převislou konstrukci apod. Když dodržíme tyto zásady, provedení hydroizolací a dalšího souvrství střešních plášťů proběhne v souladu s normami a požadavky výrobce.

Dimenzi odpadního potrubí stanovíme podle hydraulické kapacity Q_{RWP} , při určitém stupni plnění, kterou můžeme najít obvykle u výrobce nebo v tabulkách.

Platí vztah $Q_r < Q_{RWP}$, slovně to znamená, že musí být maximální odtok srážkových vod menší než hydraulická kapacita navrhovaného potrubí.

Obvykle se kapacita určuje spíše dle odtokové kapacity vpustí než na jeho hydraulické kapacitě.

Hydraulická kapacita Q_{max} l/s	Jmenovitá světlost dešťového odpadního potrubí DN	
	vnitřního	vnějšího
2,0	70	70
3,0	70	100
4,8	90	125
6,0	100	125
8,1	100	150
9,0	125	150
12,6	125	-
25,0	150	-

Tab.9. hydraulické kapacity dešťových odpadních potrubí

A.1.12.3. Podtlakový systém

Dimenze potrubí se liší, oproti gravitačnímu, zásadně. Jelikož je počítáno s plným stupněm plnění, důsledkem tohoto plnění je podtlak v potrubí. Potrubí daného systému není potřeba vést ve spádu. Podtlakem se potrubí zároveň hydraulicky vyrovná. Potrubí umožňuje použití od -40 °C do +95 °C, tím pádem je vhodný i pro venkovní použití. Potrubí je nejčastěji svařované z PE-HD. Průměr potrubí se pohybuje v rozmezí 40 až 315 mm. Největší využití je v obytných budovách, hotelech, školách, nemocnicích apod. Maximální hodnota podtlaku je 0,08 MPa.

Velikost podtlaku se určuje dle vztahu:

$$P_k = p_s - \sum R$$

kde p_s – statický tlak [Pa]

$\sum R$ – celková tlaková ztráta [Pa]

Statický tlak se určuje dle vztahu:

$$P_s = \rho \cdot g \cdot h_k$$

kde ρ – měrná hmotnost vody [kg/m³]

g – tíhové zrychlení [m/s]

h_k – rozdíl výšek mezi střešní vpustí a kritickým bodem [m]

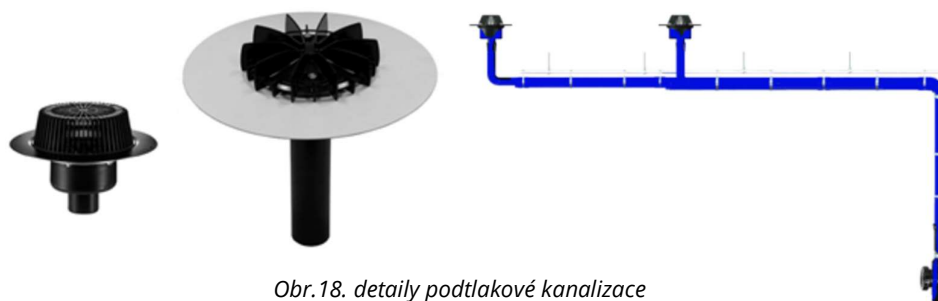
Celková tlaková ztráta se určuje dle vztahu:

$$\sum R = R \cdot l_a$$

kde R – tlaková ztráta na 1 metr délky potrubí [Pa]

l_a – výpočtová délka potrubí [m]

Počet střešních vtoků se určuje v závislosti na půdorysné ploše, kterou musíme odvodnit. Dimenze potrubí se navrhuje dle diagramu, kde musíme stanovit rychlost proudění na vodorovné ose, a zároveň vnitřní průměr potrubí na svislé ose. Rychlost proudění musí být větší než 1,0 m/s, tím se zabezpečuje



Obr. 18. detaily podtlakové kanalizace

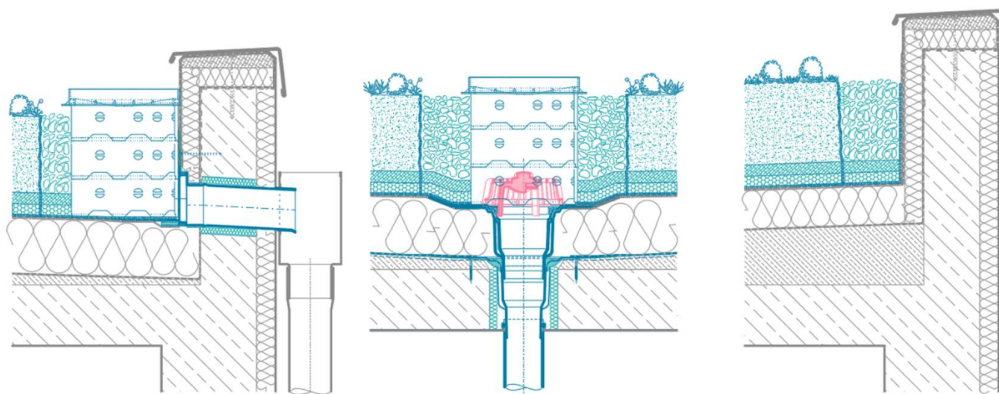
samočinnost a samočištění potrubí. Dimenzování podtlakového potrubí je náročné, a proto se provádí pomocí softwarů. Také hydraulický výpočet a funkčnost systému vč. vpustí stanovuje software.

A.1.13. Tepelně technické posouzení vegetačních střech

Tepelně technický výpočet střech se obvykle provádí pro skladbu bez vegetačního souvrství. Jen tak lze získat bezpečné hodnoty součinitele prostupu tepla, nejnižší povrchové teploty a nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu střechy. Bude-li na střeše realizováno vegetační souvrství s mohutnější vegetační vrstvou, lze jeho tepelně izolační efekt (po doložení tepelně technických parametrů jeho vrstev) následně dopočítat jen za účelem získání doplňujících informací, ale nikoli pro splnění požadavků normy ČSN 73 0540-2. [2]

Vegetace nám tvoří na střeše tepelnou vrstvu, která hlavně v letních měsících ochlazuje střešní plášť daného objektu. V zimních měsících naopak vegetační vrstva pomáhá udržovat teplo uvnitř budovy.

Oslabení konstrukce z hlediska tepelné ztráty nastává ve vrstvě kačírku, který slouží k odvodnění daných střech. Vegetační vrstva má sama o sobě dobré tepelné vlastnosti.



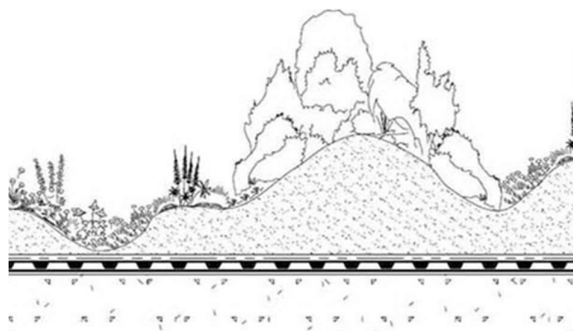
Obr.19. Detaily atiky a odvodnění plochých střech

A.2. Jiné typy novodobých střešních plášťů

A.2.1. Hnědé střechy

Hnědé střechy se často považují za nový typ vegetačních střech kvůli podobě jejich skladeb a vlastností. Poměr zadržování srážkové vody je proto systémově srovnatelný jako u vegetačních střech. Zásadním rozdílem je však poměr biodiverzity, kterou každá z těchto střech zajišťuje. Povrch substrátu hnědé střechy je totiž ponechán zcela nebo téměř bez vegetace za účelem postupného přirozeného ozelenění lokálními druhy rostlin. Zásadní vlastností biodiverzní střechy

je maximální imitace terénu. Proto se při její instalaci používají prvky jako vodní plochy, kmeny stromů, písek, kameny a proměnlivá tloušťka substrátu. [6]



Obr. 20: detail skladby hnědé střechy



Obr. 21: 3D detaily hnědé střechy

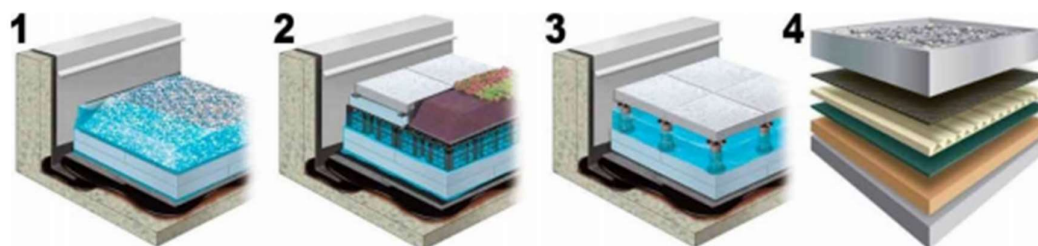
A.2.2. Modré střechy

Další typem střech, které zde můžeme zařadit, a které jsou moderního směru a zadržují tak potřebnou vodu v zastavěných územích, jsou tzv. modré střechy. Stále jako o hnědých, tak i o modrých střechách moc nevíme a česká legislativa neuvádí pro tyto typy žádné součinitele odtoku či míru retence. Tzv. blue roof se rozděluje do dvou typů podle skladby. A to inverzní a klasická. Stejně jako vegetační střechy, slouží tato skladba střešní konstrukce k zadržování a regulaci odtoku vody, všechny odtoky, regulace či akumulace musí být v souladu s požadavky dotčených orgánů. Znovu musíme zohlednit únosnost skladby na stávající nosné konstrukce. Typy modrých střech můžeme rozdělit do základních kategorií, a to na základě regulace odtoku srážkových vod a její řešení.

- Aktivní modré střechy – odtok srážkové vody je zde odváděn mechanickým způsobem pomocí drenážních trubek, které mohou být řízeny ventily. Ty můžeme ovládat mnoha způsoby, a to pneumaticky, hydraulicky, časovým otevíráním a v neposlední řadě i ručním otevíráním. Tento typ má výhodu v tom, že můžeme akumulovat, jaké množství potřebujeme s ohledem na úhrn srážek.
- Pasivní modré střechy – zde se využívá pro odtok srážkové vody převážně gravitační, bez použití mechanických ventilů. Množství zadržené vody se určuje dle způsobu potřebného množství v dané půdorysné jednotce.

Mezi další typy modrých střech můžeme zařadit:

- Balastní štěrkové – nejjednodušší typ retenční střechy, který zadržuje vodu přímo na povrchu, povrch je tvořen vrstvou štěrku s kulatými zrny.
- Terasa nad vodoakumulační vrstvou – terasa je vyvýšena pomocí terčů nebo jiného systému, aby umožňovala akumulaci vody.
- Plastové bloky – speciální bloky pro akumulaci vody
- Modulární systémy z podnosů



Obrázek 14 Typy modrých střech 1 – balastní, 2 – s plastovými bloky (modrá zelená střecha) 3 – s terasou nad vodoakumulační vrstvou, 4 – Modulární systém [14]

Obr.22. typy jednotlivých modrých střech

A.3. Výhody a nevýhody vegetačních střech

A.3.1. Výhody

- Velké množství retence vody a snížení odtoku srážkové vody.
- Zvyšují zásadně živnost vrstev stávající konstrukce nebo vrstev pod ní.
- Zlepšují tepelně technické vlastnosti celé konstrukce.
- Zlepšuje koloběh cyklu vody, zároveň zlepšuje kvalitu ovzduší a pozitivně působí na životní prostředí.
- Jednotlivé vrstvy nabízí útočiště pro mnohé živočichy, tím pádem může být střecha soběstačná.

A.3.2. Nevýhody

- Podstatně vyšší náklady než u klasických střech, ale určitá kompenzace může být z hlediska dotačních programů.
- Zvýšení hmotnosti střešní konstrukce.
- Nutnost údržby, četnost se odvíjí od typu konstrukce.

A.4. Závěr

Vzhledem k rostoucí světové populaci a zvětšujícího se zastavěného území začíná být problém s koloběhem života stále aktuálnější. To by mohlo vést k narušení základního cyklu koloběhu života.

Pokud nebudeme brát tohle téma vážně, mohou nastat velké problémy. Na naší planetě je v některých státech situace ohledně výskytu vody obzvlášť kritická a tím pádem se zde voda nebere jako samozřejmost – což by se nemělo brát nikde. Z mého pohledu by bylo vhodné při nových výstavbách a rekonstrukcích uvažovat ekologicky a myslet tím i na přírodu. Proto by podle mě měl být svět otevřen novým řešením a hledat ekologické projekty, které by měly vytvářet chytrá města, nízkoenergetické domy, vegetační střechy, opatření proti suchu apod.

Jelikož se vegetační střechy vyskytují v České republice velmi zřídka, bylo by vhodné při budoucí výstavbě nebo rekonstrukci myslet na budoucnost a případný dopad na životní prostředí, a proto v co nejvyšší možné míře navrhovat vegetační střechy.

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

B.1. Výpočty související s analýzou zadání a koncepčním řešením instalací v celé budově a jejich napojením na síť pro veřejnou potřebu

B.1.1. Bilance potřeby vody

Druh budovy: obytná budova

$$q_s = 100,0 \text{ l}/(\text{obyvatel.den})$$

$$q_{\text{rok}} = 35 \text{ m}^3/(\text{obyvatel.rok})$$

Druh budovy: Administrativní budova

$$q_s = 60,0 \text{ l}/(\text{zaměstnanec.den})$$

$$q_{\text{rok}} = 18 \text{ m}^3/(\text{zaměstnanec.rok})$$

Předpokládaný počet obyvatel v řešeném objektu:

pro byt 3+kk o velikost $72,38 \text{ m}^2 = 3$ osoby

pro byt 3+kk o velikost $79,57 \text{ m}^2 = 4$ osoby

celkový počet bytových jednotek o velikost 3+kk nad $75 \text{ m}^2 = 6x$

celkový počet bytových jednotek o velikost 3+kk do $75 \text{ m}^2 = 12x$

celkový počet osob = $12 \cdot 3 + 2 \cdot 3 + 6 \cdot 4 = 60$ os.

Počet zaměstnanců ve ateliérech = 6 os. (2x3 os.)

Průměrná denní potřeba vody Q_{dp} [m^3/den]:

$$Q_{dp} = q_s \cdot n$$

kde q_s - specifická denní potřeba vody na obyvatele [$\text{l}/(\text{obyv. za den})$]

n - počet obyvatel

$$Q_{dp} = 100 \cdot 60 + 60 \cdot 6 \text{ l}/\text{den} = 6,36 \text{ m}^3/\text{den}$$

Maximální denní potřeba vody $Q_{d,max}$ [m^3/den]:

$$Q_{d,max} = Q_{dp} \cdot k_d$$

kde k_d - součinitel denní nerovnoměrnosti (pro jednotlivé budovy $k_d = 1,5$)

$$Q_{d,max} = 6360 \cdot 1,5 = 9540 \text{ l}/\text{den} = 9,54 \text{ m}^3/\text{den}$$

Maximální hodinová potřeba vody $Q_{h,max}$ [m^3/hod]:

$$Q_{h,max} = (Q_{d,max}/t) \cdot k_h$$

kde k_h - součinitel hodinové nerovnoměrnosti ($k_h = 5,0$)

t - doba provozu budovy během dne [h]

$$Q_{h,max} = (9540/24) \cdot 5,0 = 1987,5 \text{ l/h} = 1,988 \text{ m}^3/\text{h}$$

Roční potřeba vody Q_{rok} [m^3/rok]:

$$Q_{rok} = q_{rok} \cdot n$$

kde q_{rok} - směrné číslo roční potřeby vody na 1 osobu [$\text{m}^3/(\text{obyvatel za den})$]

n - počet obyvatel

$$Q_{rok} = 35 \cdot 60 + 18 \cdot 6 = 2208 \text{ m}^3/\text{rok}$$

B.1.2. Bilance potřeby teplé vody

Návrh je proveden podle ČSN 06 0320 - Tepelné soustavy v budovách, příprava teplé vody, navrhování, projektování.

Pro druh budovy: Obytná budova a administrativní – bytový dům určený pro individuální bydlení, kde bilance potřeby teplé vody je navržena na základě počtu jednotlivých činností. Bilance vody pro administrativní dům se počítá dle osob v jednotlivém sektoru, kde se bere jeden zaměstnanec jako výpočtová hodnota.

Měrná jednotka	$V_{w,f,day}$ l/měrná jednotka za den
1 os.	40
1 zaměstnanec	8

Potřeba teplé vody Q_{TVdp} [l/den]:

$$Q_{TVdp} = V_{w,f,day} \cdot f$$

kde $V_{w,f,day}$ – je specifická denní potřeba teplé vody na měrnou jednotku

n - počet měrných jednotek (obyvatel)

$$Q_{TVdp} = 40 \cdot 60 + 8 \cdot 6 = 2448 \text{ l/den}$$

B.1.3. Bilance odtoku splaškových vod

Průměrný denní odtok splaškové vody Q_{dp} [l/den]:

$$Q_{dp} = q_s \cdot n = 100 \cdot 60 + 60 \cdot 6 = 6360 \text{ l/den}$$

kde q_s - specifická denní potřeba vody na obyvatele [$\text{l}/(\text{obyvatel za den})$]

n - počet měrných jednotek (obyvatel)

Maximální denní odtok splaškové vody $Q_{d,max}$ [l/den]:

$$Q_{d,max} = Q_{dp} \cdot k_d$$

kde k_d - součinitel denní nerovnoměrnosti (pro jednotlivé budovy $k_d = 1,5$)

$$Q_{d,max} = 6360 \cdot 1,5 = 9540 \text{ l/den} = 9,54 \text{ m}^3/\text{den}$$

Maximální hodinový odtok splaškové vody $Q_{h,max}$ [l/h]:

$$Q_{h,max} = (Q_{d,max}/t) \cdot k_h$$

kde k_h - součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti podle počtu obyvatel ($k_h = 7,2$)

t - doba provozu budovy během dne [h]

$$Q_{h,max} = (9540/24) \cdot 7,2 = 2862,0 \text{ l/h}$$

Roční odtok splaškové vody Q_{rok} [m³/rok]:

$$Q_{rok} = (Q_{d,max} \cdot 365)/1000$$

kde q_{rok} - směrné číslo roční potřeby vody na jednoho [m³/(obyvatel za den)]

n - počet měrných jednotek (obyvatel)

$$Q_{rok} = (9540 \cdot 365)/1000 = 3482,10 \text{ m}^3/\text{rok}$$

B.1.4. Bilance odtoku srážkových vod**Roční nátok srážkových vod Q_s [m³/rok] dle přílohy č. 16 k vyhlášce č. 428/2001 Sb.:**

$$Q_s = A_{red} \cdot h$$

kde A_{red} - redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy [m²]

h - Dlouhodobý srážkový normál (roční úhrn srážek) [mm/rok]

$h = 775 \text{ mm/rok}$ pro Zlínský kraj

$$A_{red} = \sum A \cdot C$$

kde A - půdorysný průmět odvodňované plochy [m²]

C - součinitel odtoku srážkových vod

$$A_{red} = A_{\text{zelené střechy}} \cdot C + A_{\text{atiky}} \cdot C = 660,0 \cdot 0,4 + 42,0 \cdot 1,0 = 306 \text{ m}^2$$

$$Q_s = 306 \cdot 0,775 = 237,15 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Odtok srážkových vod dle ČSN 75 6760:

$$Q_r = i \cdot A \cdot C$$

kde i - intenzita deště, v l/(s·m²)

$i = 0,03$ pro střechy a plochy ohrožující budovu zaplavením

$i = 0,02$ pro plochy neohrožující budovu zaplavením

C - součinitel odtoku srážkových vod

$C = 0,4$ pro střechy s propustnou horní vrstvou o tloušťce nad 100 do 250 mm (vegetační střecha) – spád 1 % až 5 %

$C = 1,0$ oplechování atiky, střecha s nepropustnou horní vrstvou

A - půdorysný průmět odvodňované plochy v m²

$$Q_r = i \cdot A_{\text{zelené střechy}} \cdot C + i \cdot A_{\text{atiky}} \cdot C = 0,03 \cdot 660,0 \cdot 0,4 + 0,03 \cdot 42,0 \cdot 1,0 = 9,18 \text{ l/s}$$

Průtok srážkových vod Q_r [l/s]:

$$Q_r = i \cdot A \cdot C$$

kde i - intenzita deště, v l/(s·m²)

$i = 0,03$ pro střechy a plochy ohrožující budovu zaplavením

$i = 0,02$ pro plochy neohrožující budovu zaplavením

C - součinitel odtoku srážkových vod

$C = 0,4$ pro střechy s propustnou horní vrstvou o tloušťce nad 100 do 250 mm (vegetační střecha) – spád 1 % až 5 %

$C = 1,0$ oplechování atiky, střecha s nepropustnou horní vrstvou

A - půdorysný průmět odvodňované plochy v m²

$$Q_r = i \cdot A_{\text{zelené střechy}} \cdot C + i \cdot A_{\text{atiky}} \cdot C = 0,03 \cdot 660,0 \cdot 0,4 + 0,03 \cdot 42,0 \cdot 1,0 = 9,18 \text{ l/s}$$

B.1.5. Bilance potřeby plynu

B.1.5.1. Potřeba plynu pro ohřev teplé vody:

Potřeba teplé vody: $V = 2610 \text{ l/den}$

Teplota studené vody: $t_{svl} = 12 \text{ °C}$ (v létě)

$t_{svz} = 8 \text{ °C}$ (v zimě)

Teplota teplé vody: $t_{tv} = 60 \text{ °C}$

Počet dní v otopné sezóně: $d = 226$

Výhřevnost zemního plynu: $H = 35 \text{ MJ/m}^3$

Korekce proměnlivé vstupní teploty:

$$K = \frac{(t_{tv} - t_{svl})}{(t_{tv} - t_{svz})} = \frac{60 - 12}{60 - 8} = 0,92$$

Denní potřeba tepla $E_{TV,d}$ [kWh/den]

$$E_{TV,d} = V \cdot c \cdot (t_{tv} - t_{svz})$$

kde V - potřeba teplé vody

c - měrná tepelná kapacita vody

t_{svz}, t_{tv} - teplota studené a teplé vody

$$E_{TV,d} = 2610 \cdot 1,163 \cdot (60 - 10) = 151771,5 \text{ Wh/den} = 151,771 \text{ kWh/den}$$

Roční potřeba tepla E_{TV} [MWh/rok]

$$E_{TV} = E_{TV,d} \cdot d + k \cdot E_{TV,d} \cdot (N - d)$$

kde $E_{TV,d}$ - teplo pro ohřev vody na den

N - počet dní v roce

k - korekce vstupní teploty

d - počet dnů v otopné sezóně

$$E_{TV} = 151,771 \cdot 226 + 0,89 \cdot 151,771 \cdot (365 - 226) = 53075,84 \text{ kWh/rok} \\ = 53,076 \text{ MWh/rok}$$

Spotřeba energie $E_{TV,SK}$ [MWh]

$$E_{TV,SK} = \frac{E_{TV}}{\eta_{zdroj} \cdot \eta_{distr}} = \frac{53,076}{0,980 \cdot 0,55} = 98,471 \text{ MWh}$$

kde E_{TV} - roční potřeba tepla

η_{zdroj} - je účinnost výroby. $\eta_{zdroj} = 0,980$ pro viessmann 200 W

η_{distr} - ztráta v distribuční síti. $\eta_{distr} = 0,4-0,6$ u sítí s cirkulací teplé vody

Spotřeba zemního plynu E_{SP1} [m³/rok]

$$E_{SP1} = 3\,600 \cdot (E_{TV,SK}/H)$$

kde H - výhřevnost zemního plynu

$E_{TV,SK}$ - spotřeba energie

$$E_{SP1} = 3\,600 \cdot (98,471/35) = 10\,128,45 \text{ m}^3/\text{rok}$$

B.1.5.2. Potřeba plynu pro vytápění

Výpočtová tepelná ztráta Q_i :

$$Q_i = 222,88 \text{ kW}$$

Průměrná vnitřní teplota t_i :

$$t_i = 20 \text{ °C}$$

Výpočtová venkovní teplota t_e : $t_e = -17\text{ °C}$
 Průměrná venkovní teplota otopného období t_{es} : $t_{es} = 4,0\text{ °C}$
 Měrná tepelná ztráta H_T [W/K]: $H_T = 680,66\text{ W/K}$

Požadovaná (využitelná) energie E [MWh/rok]

$$E = 24 \cdot \varepsilon \cdot e \cdot D \cdot H_T$$

kde e - vliv přerušovaného vytápění

ε - nesoučasnost infiltrace (0,85)

$$e = e_t \cdot e_d$$

kde e_t - snížení teploty během dne/noci

e_d - zkrácení doby vytápění u objektu s přestávkami provozu

$$e = 0,9 \cdot 1,0 = 0,9$$

$$D - \text{Počet dennostupňů: } D = d \cdot (t_i - t_e) = 210 \cdot (20 - (-15)) = 7350$$

$$E = 24 \cdot \varepsilon \cdot e \cdot D \cdot H_T = 24 \cdot 0,85 \cdot 0,9 \cdot 7350 \cdot 0,00068066 = 91,852\text{ MWh/rok}$$

Spotřebovaná energie E_{UT} [MWh/rok]

$$E_{UT} = \frac{E}{\eta_{zdroj} \cdot \eta_{distr}} = \frac{91,852}{0,98 \cdot 0,95} = 98,66\text{ MWh}$$

kde E - požadovaná energie

η_{zdroj} - účinnost výroby. $\eta_{zdroj} = 0,98$ pro viessmann 200 W

η_{distr} - ztráta v distribuční síti. $\eta_{distr} = 0,95$

Spotřeba zemního plynu E_{SP2} [m³/rok]

$$E_{SP2} = 3\,600 \cdot (E_{UT}/H)$$

kde H - výhřevnost zemního plynu

E_{UT} - spotřebovaná energie

$$E_{SP2} = 3\,600 \cdot (98,66/35) = 10\,147,89\text{ m}^3/\text{rok}$$

B.2. Výpočty související s následným rozpracováním kanalizace vodovodu a plynovodu

B.2.1. Dimenzování kanalizačního potrubí

Návrh je proveden dle normy ČSN 75 6760 – Vnitřní kanalizace.

B.2.1.1. Dimenzování potrubí splaškové kanalizace

Celkový průtok splaškových vod od zařizovacích předmětů Q_{tot} [l/s]:

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_c + Q_p$$

kde Q_{ww} - průtok splaškových odpadních vod [l/s]

Q_c - trvalý průtok trvající déle než 5 min [l/s]

Q_p - čerpaný průtok [l/s]

Nejsou navrženy čerpací stanice odpadních vod ani zařízení s trvalým průtokem, tudíž $Q_p = 0$, $Q_c = 0$ a $Q_{tot} = Q_{ww}$.

Průtok splaškových vod od zařizovacích předmětů Q_{ww} [l/s] se vypočítá ze vztahu:

$$Q_{ww} = K \cdot \sqrt{\sum DU}$$

kde $K = 0,5$ [$l^{0,5}/s^{0,5}$] - součinitel odtoku pro budovy s nepravidelným používáním zařizovacích předmětů (bytové domy, rodinné domy, penziony, administrativní budovy)

$\sum DU$ - součet výpočtových odtoků [l/s]

Označení	Zařizovací předmět	Výpočtový odtok DU [l/s]
D	Dřez	0,8
KK	Kondenzační kotel – odkapávací hrníček	0,3
MN	Myčka nádobí	0,8
P	Automatická pračka prádla	0,8
PV	Podlahová vpust DN70	1,5
S	Sušička prádla	0,3
SK1	Sprchový kout se žlabovou výpustí	0,8
SK2	Sprchový kout s podlahovou výpustí	0,6
U1, U2	Umyvadlo	0,5
UM	Umývatko	0,3
VA	Koupací vana	0,8
WC	Záchodová mísa s nádržkovým splachovačem o objemu 6,0- 7,5 l	2,0
VY	Výlevka s nádržkovým splachovačem o objemu 6,0 – 7,5 l + směšovací baterie	2,5
NZ	Nezámrzný ventil	-

Dimenzování připojovacího a odpadního potrubí:

Odpadní potrubí S1, S15

$$Q_{wwS1, VA} = 0,5 \cdot \sqrt{0,8} = 0,45 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{0,80 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 50 } (Q_{\max} = 0,80 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS1, P+S} = 0,5 \cdot \sqrt{0,3 + 0,8} = 0,52 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{0,80 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 50 } (Q_{\max} = 0,80 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS1, P+S, U1} = 0,5 \cdot \sqrt{0,3 + 0,8 + 0,5} = 0,63 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{0,80 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 50 } (Q_{\max} = 0,80 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS1, P+S, U1, SK1} = 0,5 \cdot \sqrt{0,3 + 20,8 + 0,5 + 0,8} = 0,78 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{0,80 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 50 } (Q_{\max} = 0,80 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS1, 3.NP} = 0,5 \cdot \sqrt{1 * (0,8 + 0,3 + 0,8 + 0,5 + 0,8)} = \mathbf{0,89 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 70 } (Q_{\max} = 1,50 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS1, 2.NP} = 0,5 \cdot \sqrt{2 * (0,8 + 0,3 + 0,8 + 0,5 + 0,8)} = \mathbf{1,27 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 70 } (Q_{\max} = 1,50 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS1, 1.NP} = 0,5 \cdot \sqrt{3 * (0,8 + 0,3 + 0,8 + 0,5 + 0,8)} = \mathbf{1,55 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 100 } (Q_{\max} = 2,50 \text{ l/s})$$

Odpadní potrubí S2, S14

$$Q_{wwS2, WC} = 0,5 \cdot \sqrt{2,0} = 0,71 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{2,00 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 100 } (Q_{\max} = 2,50 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS2, MN} = 0,5 \cdot \sqrt{0,8} = 0,45 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{0,80 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 50 } (Q_{\max} = 0,80 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS2, UM} = 0,5 \cdot \sqrt{0,3} = 0,27 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{0,30 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 40 } (Q_{\max} = 0,50 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS2, UM, D} = 0,5 \cdot \sqrt{0,3 + 0,8} = 0,52 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{0,80 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 50 } (Q_{\max} = 0,80 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS2, UM, D, MN} = 0,5 \cdot \sqrt{0,8 + 0,3 + 0,8} = 0,69 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{0,80 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 50 } (Q_{\max} = 0,80 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS2, 3.NP} = 0,5 \cdot \sqrt{1 * (0,8 + 0,3 + 0,8 + 2,0)} = 0,99 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{2,00 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 100 } (Q_{\max} = 2,50 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS2, 2.NP} = 0,5 \cdot \sqrt{2 * (0,8 + 0,3 + 0,8 + 2,0)} = 1,40 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{2,00 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 100 } (Q_{\max} = 2,50 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS2, 1.NP} = 0,5 \cdot \sqrt{3 * (0,8 + 0,3 + 0,8 + 2,0)} = 1,71 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{2,00 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 100 } (Q_{\max} = 2,50 \text{ l/s})$$

Odpadní potrubí S3, S4, S12, S13

$$Q_{wwS3, VA} = 0,5 \cdot \sqrt{0,8} = 0,45 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{0,80 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 50 } (Q_{\max} = 0,80 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS3, P+S} = 0,5 \cdot \sqrt{0,3 + 0,8} = 0,52 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{0,80 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 50 } (Q_{\max} = 0,80 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS3, P+S, SK2} = 0,5 \cdot \sqrt{0,3 + 0,8 + 0,6} = 0,65 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{0,80 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 50 } (Q_{\max} = 0,80 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS3, P+S, SK2, U1} = 0,5 \cdot \sqrt{0,3 + 0,8 + 0,6 + 0,5} = 0,74 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{0,80 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 50 } (Q_{\max} = 0,80 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS3, 3.NP} = 0,5 \cdot \sqrt{1 * (0,8 + 0,3 + 0,8 + 0,6 + 0,5)} = \mathbf{0,87 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 70 } (Q_{\max} = 1,50 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS3, 2.NP} = 0,5 \cdot \sqrt{2 * (0,8 + 0,3 + 0,8 + 0,6 + 0,5)} = \mathbf{1,25 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 70 } (Q_{\max} = 1,50 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS3, 1.NP} = 0,5 \cdot \sqrt{3 * (0,8 + 0,3 + 0,8 + 0,6 + 0,5)} = \mathbf{1,50 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 100 } (Q_{\max} = 2,50 \text{ l/s})$$

Odpadní potrubí S5, S6, S10, S11

$$Q_{wwS5, WC} = 0,5 \cdot \sqrt{2,0} = 0,71 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{0,80 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 100 } (Q_{\max} = 2,50 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS5, UM} = 0,5 \cdot \sqrt{0,3} = 0,27 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{0,80 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 40 } (Q_{\max} = 0,50 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS5, WC, UM} = 0,5 \cdot \sqrt{0,3 + 2,0} = 0,76 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{2,00 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 100 } (Q_{\max} = 2,50 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS5, D} = 0,5 \cdot \sqrt{0,8} = 0,45 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{0,80 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 50 } (Q_{\max} = 0,80 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS5, D, MN} = 0,5 \cdot \sqrt{0,8 + 0,8} = 0,63 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{0,80 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 50 } (Q_{\max} = 0,80 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS5, 3.NP} = 0,5 \cdot \sqrt{1 * (2,0 + 0,3 + 0,8 + 0,8)} = 0,99 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{2,00 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 100 } (Q_{\max} = 2,50 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS5, 2.NP} = 0,5 \cdot \sqrt{2 * (2,0 + 0,3 + 0,8 + 0,8)} = 1,40 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{2,00 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 100 } (Q_{\max} = 2,50 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS5, 1.NP} = 0,5 \cdot \sqrt{3 * (2,0 + 0,3 + 0,8 + 0,8)} = 1,71 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{2,00 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 100 } (Q_{\max} = 2,50 \text{ l/s})$$

Odpadní potrubí S7

$$Q_{wwS7, WC} = 0,5 \cdot \sqrt{2,5} = 0,79 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{2,50 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 100 } (Q_{\max} = 2,50 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS7, U2} = 0,5 \cdot \sqrt{0,5} = 0,35 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{0,50 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 50 } (Q_{\max} = 0,80 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS7, U2, VY} = 0,5 \cdot \sqrt{0,5 + 2,5} = 0,87 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{2,50 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 100 } (Q_{\max} = 2,50 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS1, 1.NP} = 0,5 \cdot \sqrt{1 * (2,0 + 0,5 + 2,5)} = 1,12 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{2,50 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 100 } (Q_{\max} = 2,50 \text{ l/s})$$

Odpadní potrubí S8

$$Q_{wwS8, PV} = 0,5 \cdot \sqrt{1,5} = 0,61 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{1,50 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 70 } (Q_{\max} = 1,50 \text{ l/s})$$

Odpadní potrubí S9

$$Q_{wwS9, D} = 0,5 \cdot \sqrt{0,8} = 0,45 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{0,80 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 50 } (Q_{\max} = 0,80 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS9, D, MN} = 0,5 \cdot \sqrt{0,8 + 0,8} = 0,63 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{0,80 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 50 } (Q_{\max} = 0,80 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS9, P+S} = 0,5 \cdot \sqrt{0,8 + 0,3} = 0,52 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{0,80 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 50 } (Q_{\max} = 0,80 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS9, P+S, U1} = 0,5 \cdot \sqrt{0,8 + 0,3 + 0,5} = 0,63 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{0,80 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 50 } (Q_{\max} = 0,80 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS9, SK1} = 0,5 \cdot \sqrt{0,8} = 0,45 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{0,80 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 50 } (Q_{\max} = 0,80 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS9, WC} = 0,5 \cdot \sqrt{2,0} = 0,71 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{0,80 \text{ l/s}} \rightarrow \text{DN 100 } (Q_{\max} = 2,50 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS9, 3.NP} = 0,5 \cdot \sqrt{1 \cdot (2,0 + 0,8 + 0,8 + 0,8 + 0,3 + 0,5)} = 1,14 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{2,00 \text{ l/s}}$$

$$\rightarrow \text{DN 100 } (Q_{\max} = 2,50 \text{ l/s})$$

$$Q_{wwS9, 2.NP} = 0,5 \cdot \sqrt{2 \cdot (2,0 + 0,8 + 0,8 + 0,8 + 0,3 + 0,5)} = 1,61 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{2,00 \text{ l/s}}$$

$$\rightarrow \text{DN 100 } (Q_{\max} = 2,50 \text{ l/s})$$

Větrací potrubí bude mít stejnou dimenzi jako potrubí odpadní.

Dimenzování svodného potrubí:

$$\text{Navrhovaný sklon pro potrubí je min. 2 [\%]} \rightarrow \text{DN 100 } (Q_{\max} = 5,90 \text{ l/s})$$

$$\rightarrow \text{DN 125 } (Q_{\max} = 9,60 \text{ l/s})$$

$$\rightarrow \text{DN 150 } (Q_{\max} = 18,20 \text{ l/s})$$

$$\rightarrow \text{DN 200 } (Q_{\max} = 33,60 \text{ l/s})$$

Svodná potrubí navazující na splaškové odpadní potrubí jsou ve stejném potrubí jako od samé počátku. Také svodné potrubí má stejnou dimenzi, ikdyž je horní konec spojen s větracím potrubím nebo přívzdušňovacím ventilem.

Dimenzování svodného přípojky

$$Q_{ww, S1-S1'} = 0,5 \cdot \sqrt{3 \cdot (0,8 + 0,3 + 0,8 + 0,5 + 0,8)} = \mathbf{1,55 \text{ l/s}}$$

$$\rightarrow \text{DN 100 - 2,0 \% } (Q_{\max} = 5,90 \text{ l/s})$$

$$Q_{ww, S2-S2'} = 0,5 \cdot \sqrt{3 \cdot (0,8 + 0,3 + 0,8 + 2,0)} = 1,71 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{2,00 \text{ l/s}}$$

$$\rightarrow \text{DN 100 - 2,0 \% } (Q_{\max} = 5,90 \text{ l/s})$$

$$Q_{ww, 1-1'} = 0,5 \cdot \sqrt{3 \cdot 2,0 + 15 \cdot 0,8 + 3 \cdot 0,5 + 6 \cdot 0,3} = \mathbf{2,31 \text{ l/s}}$$

$$\rightarrow \text{DN 100 - 2,0 \% } (Q_{\max} = 5,90 \text{ l/s})$$

$$Q_{ww, S3-S3'} = 0,5 \cdot \sqrt{3 \cdot (0,8 + 0,3 + 0,8 + 0,6 + 0,5)} = \mathbf{1,50 \text{ l/s}}$$

$$\rightarrow \text{DN 100 - 2,0 \% } (Q_{\max} = 5,90 \text{ l/s})$$

$$Q_{ww, S5-S5'} = 0,5 \cdot \sqrt{3 \cdot (2,0 + 0,3 + 0,8 + 0,8)} = 1,71 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{2,00 \text{ l/s}}$$

→ DN 100 - 2,0 % ($Q_{\max} = 5,90$ l/s)

$$Q_{ww, 2-2'} = 0,5 \cdot \sqrt{3 \cdot 2,0 + 12 \cdot 0,8 + 3 \cdot 0,6 + 3 \cdot 0,5 + 6 \cdot 0,3} = \mathbf{2,28} \text{ l/s}$$

→ DN 100 - 2,0 % ($Q_{\max} = 5,90$ l/s)

$$Q_{ww, S4-S4'} = 0,5 \cdot \sqrt{3 \cdot (0,8 + 0,3 + 0,8 + 0,6 + 0,5)} = \mathbf{1,50} \text{ l/s}$$

→ DN 100 - 2,0 % ($Q_{\max} = 5,90$ l/s)

$$Q_{ww, S6-S6'} = 0,5 \cdot \sqrt{3 \cdot (2,0 + 0,3 + 0,8 + 0,8)} = 1,71 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{2,00} \text{ l/s}$$

→ DN 100 - 2,0 % ($Q_{\max} = 5,90$ l/s)

$$Q_{ww, 3-3'} = 0,5 \cdot \sqrt{3 \cdot 2,0 + 12 \cdot 0,8 + 3 \cdot 0,6 + 3 \cdot 0,5 + 6 \cdot 0,3} = \mathbf{2,28} \text{ l/s}$$

→ DN 100 - 2,0 % ($Q_{\max} = 5,90$ l/s)

$$Q_{ww, 4-4'} = 0,5 \cdot \sqrt{6 \cdot 2,0 + 27 \cdot 0,8 + 3 \cdot 0,6 + 6 \cdot 0,5 + 12 \cdot 0,3} = \mathbf{3,24} \text{ l/s}$$

→ DN 100 - 2,0 % ($Q_{\max} = 5,90$ l/s)

$$Q_{ww, 5-5'} = 0,5 \cdot \sqrt{9 \cdot 2,0 + 39 \cdot 0,8 + 6 \cdot 0,6 + 9 \cdot 0,5 + 18 \cdot 0,3} = \mathbf{3,96} \text{ l/s}$$

→ DN 125 - 2,0 % ($Q_{\max} = 9,60$ l/s)

$$Q_{ww, S7-S7'} = 0,5 \cdot \sqrt{1 \cdot (2,0 + 0,5 + 2,5)} = 1,12 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{2,50} \text{ l/s}$$

→ DN 100 - 2,0 % ($Q_{\max} = 5,90$ l/s)

$$Q_{ww, 6-6'} = 0,5 \cdot \sqrt{10 \cdot 2,0 + 39 \cdot 0,8 + 6 \cdot 0,6 + 10 \cdot 0,5 + 18 \cdot 0,3 + 1 \cdot 2,5} = \mathbf{4,11} \text{ l/s}$$

→ DN 125 - 2,0 % ($Q_{\max} = 9,60$ l/s)

$$Q_{ww, S8-S8'} = 0,5 \cdot \sqrt{1 \cdot 1,5} = 0,61 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{1,50} \text{ l/s}$$

→ DN 100 - 2,0 % ($Q_{\max} = 5,90$ l/s)

$$Q_{ww, S9-S9'} = 0,5 \cdot \sqrt{2 \cdot (2,0 + 0,8 + 0,8 + 0,8 + 0,3 + 0,5)} = 1,61 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{2,00} \text{ l/s}$$

→ DN 100 - 2,0 % ($Q_{\max} = 5,90$ l/s)

$$Q_{ww, 7-7'} = 0,5 \cdot \sqrt{2 \cdot 2 + 3 \cdot 0,8 + 1 \cdot 0,3 + 1 \cdot 0,5 + 1,5} = 1,47 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{2,00} \text{ l/s}$$

→ DN 100 - 2,0 % ($Q_{\max} = 5,90$ l/s)

$$Q_{ww, 8-8'} = 0,5 \cdot \sqrt{12 \cdot 2,0 + 42 \cdot 0,8 + 7 \cdot 0,6 + 11 \cdot 0,5 + 18 \cdot 0,3 + 1 \cdot 2,5 + 1 \cdot 1,5} = \mathbf{4,38} \text{ l/s}$$

→ DN 125 - 2,0 % ($Q_{\max} = 9,60$ l/s)

$$Q_{ww, S13-S13'} = 0,5 \cdot \sqrt{3 \cdot (0,8 + 0,3 + 0,8 + 0,6 + 0,5)} = \mathbf{1,50} \text{ l/s}$$

→ DN 100 - 2,0 % ($Q_{\max} = 5,90$ l/s)

$$Q_{ww, S11-S11'} = 0,5 \cdot \sqrt{3 \cdot (2,0 + 0,3 + 0,8 + 0,8)} = 1,71 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{2,00} \text{ l/s}$$

→ DN 100 - 2,0 % ($Q_{\max} = 5,90$ l/s)

$$Q_{ww, 9-9'} = 0,5 \cdot \sqrt{3 \cdot 2,0 + 12 \cdot 0,8 + 3 \cdot 0,6 + 3 \cdot 0,5 + 6 \cdot 0,3} = \mathbf{2,28} \text{ l/s}$$

→ DN 100 - 2,0 % ($Q_{\max} = 5,90$ l/s)

$$Q_{ww, S12-S12'} = 0,5 \cdot \sqrt{3 \cdot (0,8 + 0,3 + 0,8 + 0,6 + 0,5)} = \mathbf{1,50} \text{ l/s}$$

→ DN 100 - 2,0 % ($Q_{\max} = 5,90$ l/s)

$$Q_{ww, S10-S10'} = 0,5 \cdot \sqrt{3 \cdot (2,0 + 0,3 + 0,8 + 0,8)} = 1,71 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{2,00 \text{ l/s}}$$

→ DN 100 - 2,0 % ($Q_{\max} = 5,90 \text{ l/s}$)

$$Q_{ww, 11-11'} = 0,5 \cdot \sqrt{3 \cdot 2,0 + 12 \cdot 0,8 + 3 \cdot 0,6 + 3 \cdot 0,5 + 6 \cdot 0,3} = \mathbf{2,28 \text{ l/s}}$$

→ DN 100 - 2,0 % ($Q_{\max} = 5,90 \text{ l/s}$)

$$Q_{ww, 10-10'} = 0,5 \cdot \sqrt{15 \cdot 2,0 + 54 \cdot 0,8 + 10 \cdot 0,6 + 14 \cdot 0,5 + 24 \cdot 0,3 + 1 \cdot 2,5 + 1 \cdot 1,5} = \mathbf{4,94 \text{ l/s}}$$

→ DN 125 - 2,0 % ($Q_{\max} = 9,60 \text{ l/s}$)

$$Q_{ww, 12-12'} = 0,5 \cdot \sqrt{18 \cdot 2,0 + 66 \cdot 0,8 + 13 \cdot 0,6 + 17 \cdot 0,5 + 30 \cdot 0,3 + 1 \cdot 2,5 + 1 \cdot 1,5} = \mathbf{5,43 \text{ l/s}}$$

→ DN 125 - 2,0 % ($Q_{\max} = 9,60 \text{ l/s}$)

$$Q_{ww, S15-S15'} = 0,5 \cdot \sqrt{3 \cdot (0,8 + 0,3 + 0,8 + 0,5 + 0,8)} = \mathbf{1,55 \text{ l/s}}$$

→ DN 100 - 2,0 % ($Q_{\max} = 5,90 \text{ l/s}$)

$$Q_{ww, 13-13'} = 0,5 \cdot \sqrt{18 \cdot 2,0 + 75 \cdot 0,8 + 13 \cdot 0,6 + 20 \cdot 0,5 + 33 \cdot 0,3 + 1 \cdot 2,5 + 1 \cdot 1,5} = \mathbf{5,65 \text{ l/s}}$$

→ DN 125 - 2,0 % ($Q_{\max} = 9,60 \text{ l/s}$)

$$Q_{ww, S14-S14'} = 0,5 \cdot \sqrt{3 \cdot (0,8 + 0,3 + 0,8 + 2,0)} = 1,71 \text{ l/s} \rightarrow \mathbf{2,00 \text{ l/s}}$$

→ DN 100 - 2,0 % ($Q_{\max} = 5,90 \text{ l/s}$)

$$Q_{ww, 14-14'} = 0,5 \cdot \sqrt{21 \cdot 2,0 + 81 \cdot 0,8 + 13 \cdot 0,6 + 20 \cdot 0,5 + 36 \cdot 0,3 + 1 \cdot 2,5 + 1 \cdot 1,5} = \mathbf{5,90 \text{ l/s}}$$

→ DN 150 - 2,0 % ($Q_{\max} = 18,20 \text{ l/s}$)

Dle ČSN 75 6101 - Stokové sítě a kanalizační přípojky je nejmenší přípustná dimenze kanalizační přípojky DN 150

Navrhuji kanalizační přípojku vnější světlosti DN 150 z materiálu KG PVC SN4, min. sklon 2 % ($Q_{\max} = 18,20 \text{ l/s}$).

B.2.1.2. Dimenzování potrubí dešťové kanalizace

Průtok srážkových vod Q_r [l/s]:

$$Q_r = i \cdot A \cdot C$$

kde i - intenzita deště, v $\text{l}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$

$i = 0,03$ pro střechy a plochy ohrožující budovu zaplavením

$i = 0,02$ pro plochy neohrožující budovu zaplavením

C - součinitel odtoku srážkových vod

$C = 0,4$ pro střechy s propustnou horní vrstvou o tloušťce nad 100 do 250 mm (vegetační střecha) – spád 1 % až 5 %

$C = 1,0$ oplechování atiky, střecha s nepropustnou horní vrstvou

A - půdorysný průmět odvodňované plochy v m^2

$$Q_r = i \cdot A_{\text{zelené střechy}} \cdot C + i \cdot A_{\text{atiky}} \cdot C = 0,03 \cdot 660,0 \cdot 0,4 + 0,03 \cdot 42,0 \cdot 1,0 = 9,18 \text{ l/s}$$

Dimenzování odpadních potrubí, které odvádí dešťovou vodu – střecha objektu

$$0,03 \cdot 660,0 \cdot 0,4 + 0,03 \cdot 42,0 \cdot 1,0 = 9,18 \text{ l/s}$$

Navrhuji 8 odpadních potrubí DN 70 ($Q_{\max} = 1,50 \text{ l/s}$)

$$Q_{r,D1} = 9,18/8 = 1,15 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN 70 } (Q_{\max} = 1,50 \text{ l/s})$$

$$Q_{r,D1} = Q_{r,D2} = Q_{r,D3} = Q_{r,D4} = Q_{r,D5} = Q_{r,D6} = Q_{r,D7} = Q_{r,D8}$$

Dimenzování svodných potrubí, které odvádí dešťovou vodu – střecha objektu

Navrhovaný sklon pro potrubí je min. 1 [%] \rightarrow DN 100 ($Q_{\max} = 4,20 \text{ l/s}$)

\rightarrow DN 125 ($Q_{\max} = 6,80 \text{ l/s}$)

\rightarrow DN 150 ($Q_{\max} = 12,80 \text{ l/s}$)

\rightarrow DN 200 ($Q_{\max} = 23,70 \text{ l/s}$)

$$Q_{r,1-1'} = 1,08 = \mathbf{1,08} \text{ l/s} \rightarrow \text{DN 100 - 1,0 \% } (Q_{\max} = 4,20 \text{ l/s})$$

$$Q_{r,2-2'} = 2 \cdot 1,08 = \mathbf{2,16} \text{ l/s} \rightarrow \text{DN 100 - 1,0 \% } (Q_{\max} = 4,20 \text{ l/s})$$

$$Q_{r,3-3'} = 4 \cdot 1,08 = \mathbf{4,32} \text{ l/s} \rightarrow \text{DN 125 - 1,0 \% } (Q_{\max} = 6,80 \text{ l/s})$$

$$Q_{r,4-4'} = 6 \cdot 1,08 = \mathbf{6,48} \text{ l/s} \rightarrow \text{DN 150 - 1,0 \% } (Q_{\max} = 12,80 \text{ l/s})$$

$$Q_{r,5-5'} = 8 \cdot 1,08 = \mathbf{8,64} \text{ l/s} \rightarrow \text{DN 150 - 1,0 \% } (Q_{\max} = 12,80 \text{ l/s})$$

B.2.1.3. Dimenzování vsakovacího zařízení

Retenční objem vsakovacího zařízení $V_{vz} [\text{m}^3]$:

$$V_{vz} = 0,001 \cdot h_d \cdot (A_{red} + A_{vz}) - 1/f \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60 [\text{m}^3]$$

kde h_d - návrhový úhrn srážky [mm]

A_{red} - redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy [m^2]

A_{vsak} - vsakovací plocha vsakovacího zařízení [m^2], zjednodušeně plocha propustného dna vsakovacího zařízení

A_{vz} - plocha hladiny vsakovacího zařízení [m^2] (uvažuje se jen u povrchových vsakovacích zařízení)

f - součinitel bezpečnosti vsaku [$f \geq 2$]

k_v - koeficient vsaku [m/s] uvedený ve výstupech geologického průzkumu pro vsakování $\rightarrow k_v = 10^{-4} \text{ m/s}$

t_c - doba trvání srážky [min] stanovené návrhové periodicity p [rok $^{-1}$]

p [rok $^{-1}$] - Návrhovou periodicitu srážek navrhuji 0,2. Při přetečení vsakovacího zařízení, nebo zpětném vzduť je možný odtok po povrchu terénu mimo budovu.

$$A_{\text{red}} = \sum A \cdot C$$

kde A - půdorysný průmět odvodňované plochy [m²]

C - součinitel odtoku srážkových vod

$$A_{\text{red}} = A_{\text{zelené střechy}} \cdot C + A_{\text{atiky}} \cdot C = 660,0 \cdot 0,4 + 42,0 \cdot 1,0 = 306 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{vsak}} = (0,01 \text{ až } 0,03) \cdot A_{\text{red}} = 0,02 \cdot 6,12 = 6,12 \text{ m}^2$$

Doba prázdnění vsakovacího zařízení T_{pr} [s]:

$$T_{\text{pr}} = V_{\text{vz}} / Q_{\text{vsak}}$$

$$Q_{\text{vsak}} = 1/f \cdot k_v \cdot A_{\text{vsak}}$$

kde V_{vz} - je největší vypočtený retenční objem [návrhový objem] vsakovacího zařízení [m³]

f - součinitel bezpečnosti vsaku [$f \geq 2$]

k_v - koeficient vsaku [m/s] uvedený ve výstupech geologického průzkumu pro vsakování $\rightarrow k_v = 10^{-4}$ m/s

Q_{vsak} - vsakovaný odtok [m³/s]

Doba prázdnění vsakovacího zařízení nemůže překročit 72 hodin.

$$T_{\text{pr}} = 13,554 / (3,06 \cdot 10^{-4}) = 44294 \text{ s} = 12,30 \text{ h} \leq 72 \text{ h} \Rightarrow \textbf{Vyhovuje}$$

Odstupová vzdálenost X [m]:

$$X = x_1 + x_2$$

$$x_1 = \frac{h+0,5}{15 \cdot k_v^{0,25}} + 2$$

kde k_v - koeficient vsaku [m/s] uvedený ve výstupech geologického průzkumu pro vsakování $\rightarrow k_v = 10^{-4}$ m/s

h - rozdíl výšek mezi maximální hladinou vody ve vsakovacím zařízení Y a úrovni podzemního podlaží v metrech, pokud se maximální hladiny vody ve vsakovacím zařízení nachází pod úrovní podlahy nejnižšího podlaží $h = 0$ m

x_2 - rozšíření dna výkopu v metrech

$$X = 2,21 + 2 = 4,21 \text{ m}$$

$$4,21 \text{ m} \leq 6,0 \text{ m} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$x_1 = \frac{0+0,5}{15 \cdot 10^{-0,4 \cdot 0,25}} + 2 = 2,21 \text{ m}$$

Návrh vsakovacího zařízení:

Navrhuji vsakovací tunely AS-KRECHT od firmy ASIO TECH, spol s.r.o.

Navrhuji tři vsakovací bloky. Jeden vsakovací blok se skládá ze třech středních tunelů, koncového a počátečního čela. Střední tunel má objem 1,6 m³, koncové a počáteční čelo 0,1 m³.

Objem navrhovaného vsakovacího zařízení:

$$(1,6 \cdot 3 + 0,1 \cdot 3) \cdot 3 = 15,000 \text{ m}^3 \geq 13,554 \text{ m}^3 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Doba trvání srážky t_c [mm]	Návrhové úhrny srážek h_d [mm]	Výpočet retenčního objemu vsakovacího zařízení V_{vz} $V_{vz} = 0,001 \cdot h_d \cdot (A_{red} + A_{vz}) - 1/f \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60$	Retenční objem vsakovacího zařízení V_{vz} [m ³]
5	12	$V_{vz} = 0,001 \cdot 12 \cdot (306 + 0) - 5 \cdot 10^{-5} \cdot 5 \cdot 60$	3,657
10	18	$V_{vz} = 0,001 \cdot 18 \cdot (306 + 0) - 5 \cdot 10^{-5} \cdot 10 \cdot 60$	5,478
15	21	$V_{vz} = 0,001 \cdot 21 \cdot (306 + 0) - 5 \cdot 10^{-5} \cdot 15 \cdot 60$	6,381
20	23	$V_{vz} = 0,001 \cdot 23 \cdot (306 + 0) - 5 \cdot 10^{-5} \cdot 20 \cdot 60$	6,978
30	25	$V_{vz} = 0,001 \cdot 25 \cdot (306 + 0) - 5 \cdot 10^{-5} \cdot 30 \cdot 60$	7,560
40	27	$V_{vz} = 0,001 \cdot 27 \cdot (306 + 0) - 5 \cdot 10^{-5} \cdot 40 \cdot 60$	8,142
60 [1h]	29	$V_{vz} = 0,001 \cdot 29 \cdot (306 + 0) - 5 \cdot 10^{-5} \cdot 60 \cdot 60$	8,694
120 [2h]	35	$V_{vz} = 0,001 \cdot 35 \cdot (306 + 0) - 5 \cdot 10^{-5} \cdot 120 \cdot 60$	10,350
240 [4h]	39	$V_{vz} = 0,001 \cdot 39 \cdot (306 + 0) - 5 \cdot 10^{-5} \cdot 240 \cdot 60$	11,214
360 [6h]	44	$V_{vz} = 0,001 \cdot 44 \cdot (306 + 0) - 5 \cdot 10^{-5} \cdot 360 \cdot 60$	12,384
480 [8h]	49	$V_{vz} = 0,001 \cdot 49 \cdot (306 + 0) - 5 \cdot 10^{-5} \cdot 480 \cdot 60$	13,554
600 [10h]	50	$V_{vz} = 0,001 \cdot 50 \cdot (306 + 0) - 5 \cdot 10^{-5} \cdot 600 \cdot 60$	13,500
720 [12h]	51	$V_{vz} = 0,001 \cdot 51 \cdot (306 + 0) - 5 \cdot 10^{-5} \cdot 720 \cdot 60$	13,446
1080 [18h]	54	$V_{vz} = 0,001 \cdot 54 \cdot (306 + 0) - 5 \cdot 10^{-5} \cdot 1080 \cdot 60$	13,284
1440 [24h]	55	$V_{vz} = 0,001 \cdot 55 \cdot (306 + 0) - 5 \cdot 10^{-5} \cdot 1440 \cdot 60$	12,510
2880 [48h]	73	$V_{vz} = 0,001 \cdot 73 \cdot (306 + 0) - 5 \cdot 10^{-5} \cdot 2880 \cdot 60$	13,698
4320 [72h]	85	$V_{vz} = 0,001 \cdot 85 \cdot (306 + 0) - 5 \cdot 10^{-5} \cdot 4320 \cdot 60$	13,050



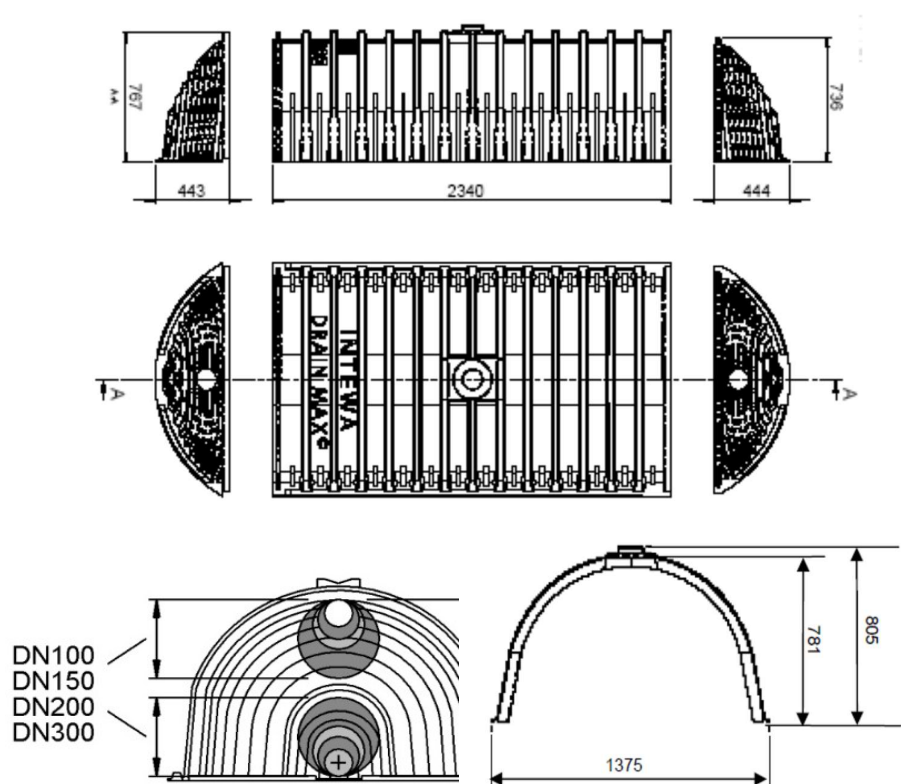
Obr. 24. Příklad vsakovacích bloků



Obr. 25. Příklad vsakovacích bloků

Technické údaje: AS KRECHT od firma ASIO TECHC

Popis	Střední tunel	Počáteční čelo	Koncové čelo
Označení	DM-T-1600-M/60	DM-T-100-S/60	DM-T-100-E/60
Délka [mm]	2340	443	444
Šířka [mm]	1375	1375	1375
Výška (klenby) [mm]	781	767	736
Výška (připojení odvětrání) [mm]	805	--	--
Efektivní délka [mm]	2250	--	--
Třída zatížení	do SLW60	do SLW60	do SLW60
Hmotnost [kg]	32	5,5	5,6
Materiál	PE-HD	PE-HD	PE-HD
Nátok	1 x DN100 (vrchol klenby)	DN100-300	DN100-300
Povolená tolerance [%]	±4	±4	±4
Povolená teplota při manipulaci s výrobkem	+2 do +30°C	+2 do +30°C	+2 do +30°C
Objem zásobníku [m ³]	1,6	0,1	0,1



Technický list vsakovacích bloků od firmy ASIO TECH

B.2.2. Dimenzování vodovodního potrubí

Návrh je proveden podrobnou metodou dle ČSN 75 5455 - Výpočet vnitřních vodovodů.

Materiály: Potrubí uvnitř objektu vedené z materiálu – Wavin PPR PN20 pro rozvod po jednotlivých bytových jednotkách a ateliérech. Potrubí, které bude vedeno v šachtách a v podhledech bude z materiálu Wavin PPR STABI s hliníkovou vložkou.

Přípojka vodovodu vedena z řádu do bytového domu, které je umístěna v minimální nezámrazné hloubce pod terénem je navržena z potrubí HDPE 100, SDR 11 – 63x5,8

Dle požadavků správce sítě není potřeba mít vodoměrnou šachtu. Hlavní vodoměr bude umístěn v technické místnosti č. m. 134, poté bude v každé bytové jednotce umístěn odpočtový vodoměr.

Označení	Zařizovací předmět	Jmenovitý výtok Q_A [l/s]
D	Dřez	0,2
KK	Kondenzační kotel	0,3
MN	Myčka nádobí	0,1
P	Automatická pračka prádla	0,2
PV	Podlahová vpust DN70	-
S	Sušička prádla	-
SK1	Sprchový kout se žlabovou výpustí	0,2
SK2	Sprchový kout s podlahovou vpustí	0,2
U1, U2	Umyvadlo	0,2
UM	Umývatko	0,2
VA	Koupací vana	0,3
WC	Záchodová mísa s nádržkovým splachovačem o objemu 6,0- 7,5 l	0,2
VY	Výlevka s nádržkovým splachovačem o objemu 6,0 – 7,5l + směšovací baterie	0,2
NZ	Nezámrazný ventil DN15	0,4

B.2.2.1. Dimenzování potrubí studené vody

Stanovení výpočtového průtoku v přívodním potrubí studené vody

Q_D [l/s]:

$$Q_D = \sqrt{\sum (Q_A^2 \cdot n)}$$

kde Q_A - jmenovitý výtok jednotlivými druhy odběrných míst [l/s]

n - počet odběrných míst stejného druhu

Dimenze jsou spočítány viz samostatná příloha P.1.

B.2.2.2. Dimenzování potrubí teplé vody

Stanovení výpočtového průtoku v přívodním potrubí teplé vody

Q_D [l/s]:

$$Q_D = \sqrt{\sum (Q_A^2 \cdot n)}$$

kde Q_A - jmenovitý výtok jednotlivými druhy odběrných míst [l/s]

n - počet odběrných míst stejného druhu

B.2.2.3. Dimenzování potrubí požární vody

Návrh požárního vodovodu je proveden podle ČSN 75 5409.

Materiály: Vnitřní vodovod – potrubí vedeno z pozinkované oceli

Přípojka – HDPE 100, SDR 11 – 63x5,8

3 hadicové systémy o jmenovité světlosti hadice 25 mm a délce 30 m s průměrem hubice 5 mm.

V budově se nachází stoupací potrubí, hadicové systémy jsou napojeny na potrubí svislé, potrubí má jednu hlavní stoupací větev → uvažuje se současné použití tří hadicových systémů pro první zásah.

$$Q_{pož,1} = 1,0 \text{ l/s}$$

Na nejnepříznivěji položeném přítokovém ventilu nebo kohoutu hadicového systému musí být zajištěn hydrodynamický přetlak alespoň 0,2 MPa → $p_{minFI} = 200$ kPa.

B.2.2.4. Dimenzování potrubí cirkulace

Materiály: Potrubí vedené uvnitř objektu – Wavin PPR PN20 pro rozvod po jednotlivých bytových jednotkách a ateliérech. Potrubí, které bude vedeno v šachtách a v podhledech bude z materiálu Wavin PPR STABI s hliníkovou vložkou.

Stanovení výpočtového průtoku cirkulace teplé vody Q_c [l/s] v místě cirkulačního čerpadla:

$$Q_c = \frac{q_c}{4127 \cdot \Delta t}$$

kde q_c - tepelná ztráta celého přívodního potrubí [W]

Δt - rozdíl teplot mezi výstupem přívodního potrubí z ohřívače teplé vody a jeho spojením s cirkulačním potrubím [K]

$$q_c = \sum q$$

$$q = l \cdot q_t$$

kde l - délka úseku přívodního potrubí (m) včetně délkových přírážek na neizolované armatury

q_t - délková tepelná ztráta úseku přívodního potrubí [W/m], která je závislá na teplotě vzduchu okolí potrubí (25°C), tloušťce izolace, materiálu a DN.

$$Q_c = \frac{1904,08}{4127 \cdot 2}$$

$$Q_c = 0,23 \text{ l/s}$$

Rozdělení výpočtového průtoku cirkulace teplé vody do okruhů:

$$Q_c = Q \cdot \frac{q_a}{q_a + q_b + q_c}$$

$$Q_{T1} = 0,23 \cdot \frac{35,416}{35,416 + 33,856 + 33,377 + 31,415 + 23,971 + 16,859} = 0,047 \text{ l/s}$$

$$Q_{T1} = Q_c - Q_{T1} = 0,23 - 0,047 = 0,183 \text{ l/s}$$

$$Q_{T2} = 0,23 \cdot \frac{33,856}{33,856 + 33,377 + 31,415 + 23,971 + 16,859} = 0,059 \text{ l/s}$$

$$Q_{T1} = Q_c - Q_{T2} = 0,23 - 0,059 = 0,171 \text{ l/s}$$

$$Q_{T3} = 0,23 \cdot \frac{33,377}{33,377 + 31,415 + 23,971 + 16,859} = 0,073 \text{ l/s}$$

$$Q_{T1} = Q_c - Q_{T3} = 0,23 - 0,073 = 0,157 \text{ l/s}$$

$$Q_{T4} = 0,23 \cdot \frac{31,415}{31,415 + 23,971 + 16,859} = 0,106 \text{ l/s}$$

$$Q_{T1} = Q_c - Q_{T4} = 0,23 - 0,106 = 0,124 \text{ l/s}$$

$$Q_{T5} = 0,23 \cdot \frac{23,971}{23,971 + 16,859} = 0,135 \text{ l/s}$$

$$Q_{T1} = Q_c - Q_{T5} = 0,23 - 0,135 = 0,095 \text{ l/s}$$

$$Q_{T6} = Q_c - Q_{T6} = 0,23 - 0,0029 = 0,2271 \text{ l/s}$$

$$Q_{T14} = 0,23 \cdot \frac{34,525}{34,525 + 32,490 + 31,507 + 29,544 + 23,081 + 15,969} = 0,046 \text{ l/s}$$

$$Q_{T1} = Q_c - Q_{T1} = 0,23 - 0,046 = 0,184 \text{ l/s}$$

$$Q_{T13} = 0,23 \cdot \frac{32,490}{33,490 + 31,507 + 29,544 + 23,081 + 15,969} = 0,059 \text{ l/s}$$

$$Q_{T1} = Q_c - Q_{T2} = 0,23 - 0,059 = 0,171 \text{ l/s}$$

$$Q_{T12} = 0,23 \cdot \frac{31,507}{31,507 + 29,544 + 23,081 + 15,969} = 0,072 \text{ l/s}$$

$$Q_{T1} = Q_c - Q_{T3} = 0,23 - 0,073 = 0,157 \text{ l/s}$$

$$Q_{T1} = 0,23 \cdot \frac{29,544}{29,544 + 23,081 + 15,969} = 0,099 \text{ l/s}$$

$$Q_{T1} = Q_c - Q_{T4} = 0,23 - 0,106 = 0,124 \text{ l/s}$$

$$Q_{T11} = 0,23 \cdot \frac{23,081}{23,081 + 15,969} = 0,136 \text{ l/s}$$

$$Q_{T11} = Q_c - Q_{T5} = 0,23 - 0,136 = 0,094 \text{ l/s}$$

$$Q_{T10} = Q_c - Q_{T6} = 0,23 - 0,0019 = 0,228 \text{ l/s}$$

$$Q_{T8} = Q_c - Q_{T6} = 0,23 - 0,0017 = 0,228 \text{ l/s}$$

kde q je tepelné ztráty jednotlivých úseků přívodního potrubí [W].

Q je výpočtové průtoky cirkulace teplé vody v jednotlivých úsecích přívodního a jemu odpovídajícího cirkulačního potrubí [l/s].

Q je výpočtový průtok cirkulace teplé vody v přívodním nebo cirkulačním potrubí.

B.2.2.5. Výpočet kompenzace tepelné roztažnosti potrubí vnitřního vodovodu

Výpočet je proveden pro potrubí teplé vody, kde bude největší rozdíl teplot. Nejvyšší teplota je předpokládána 60 °C. Nejnižší teplota je předpokládána na 25 °C, optimálně se teplota bude pohybovat vždy nad 55 °C. Teplota 25 °C je z důvodu teplot v podhledech a šachtách.

Změna délky potrubí ΔL [mm] vlivem změny jeho teploty:

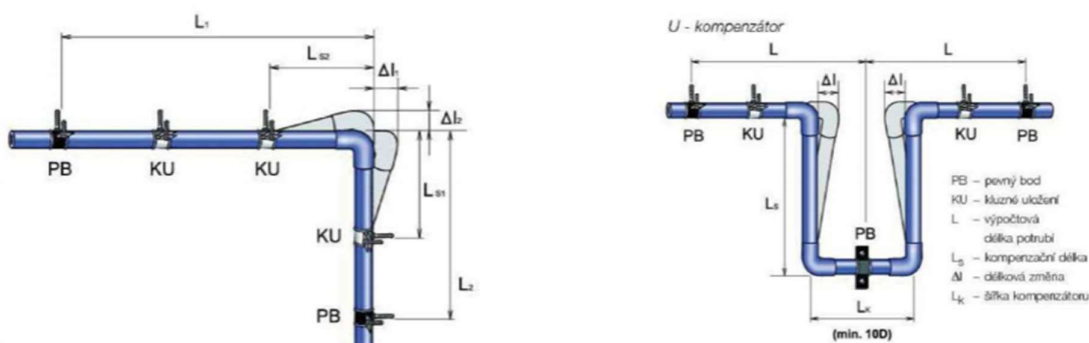
$$\Delta L = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$$

kde ΔT - rozdíl teplot [K]

L - délka potrubí [m]

α - součinitel délkové tepelné roztažnosti [mm/(m · K)]

(Wavin PPR STABI s hliníkovou vložkou $\alpha = 0,050$ mm/(m · K))



Obr.25. Detaily roztažnosti a smršťování

Změna délky v nejdelším úseku:

$$\Delta L_1 = 35 \cdot 0,050 \cdot 21,67 = 37,93 \text{ mm}$$

$$\Delta L_2 = 35 \cdot 0,050 \cdot 10,52 = 18,41 \text{ mm}$$

$$\Delta L_3 = 35 \cdot 0,050 \cdot 10,52 = 18,41 \text{ mm}$$

Minimální délka ohybového ramene L_B [mm]:

$$L_B = C \cdot \sqrt{d_e \cdot \Delta L}$$

kde C - materiál. konstanta (PPR STABI s hliníkovou vložkou = 20)

d_e - vnější průměr trubky [mm]

ΔL - změna délky potrubí [mm] vlivem změny jeho teploty

$$L_{B1} = 20 \cdot \sqrt{63 \cdot 37,93} = 977,69 \text{ mm}$$

$$L_{B2} = 20 \cdot \sqrt{50 \cdot 18,41} = 606,80 \text{ mm}$$

$$L_{B3} = 20 \cdot \sqrt{50 \cdot 18,41} = 606,80 \text{ mm}$$

Změna délky v nejdelším místě úseku požárního vodovodu:

$$\Delta L = 5 \cdot 0,012 \cdot 5,175 = 0,3105 \text{ mm}$$

kde ΔT - rozdíl teplot [K]

L - délka potrubí [m]

α - součinitel délkové tepelné roztažnosti [mm/(m · K)]

(Pozinkovou ocel $\alpha = 0,012 \text{ mm/(m · K)}$)

Minimální délka ohybového ramene L_B [mm]:

$$L_B = C \cdot \sqrt{d_e \cdot \Delta L}$$

kde C - materiálová konstanta (pro pozinkovanou ocel = 45)

d_e - vnější průměr trubky [mm]

ΔL - změna délky potrubí [mm] vlivem změny jeho teploty

$$L_B = 45 \cdot \sqrt{32 \cdot 0,3105} = 141,85 \text{ mm}$$

B.2.2.6. Výpočet tloušťky tepelné izolace

Návrh je proveden podle vyhlášky 193/2007.

Materiálem vodovodního potrubí je Wavin PPR PN20 a jako tepelná izolace je použita minerální izolace MIRELON SPRINT (pu pěna). Tloušťka izolace je vypočítána vždy podle průměru trubky na jeden běžný metr. Tloušťka stěny jednotlivé izolace je 6, 9, 13, 20, 25 mm. Vnitřní průměr od 6 do 134 mm.

Součinitel prostupu tepla U_o [W/mK]:

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{\alpha_i \cdot D} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{tr}} \cdot \ln \frac{d}{D} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{iz}} \cdot \ln \frac{d_{iz}}{d} + \frac{1}{\alpha_{iz} \cdot d_{iz}}}$$

kde λ_{tr} - součinitel tepelné vodivosti trubky (0,22 W/mK)

λ_{iz} - součinitel tepelné vodivosti izolace (0,039 W/mK)

d - vnější průměr trubky [m], $d = D + 2 \cdot s_t$

D - vnitřní průměr trubky [m]

s_t - tloušťka stěny trubky [m]; s_{iz} - tloušťka tepelné izolace [m]

d_{iz} - vnější průměr izolace [m], $d_{iz} = D + 2 \cdot s_{iz}$

α_{iz} - součinitel přestupu tepla na povrchu tepelné izolace [W/m²K]

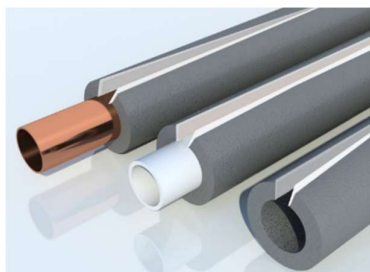
α_i - součinitel přestupu tepla na vnitřní straně trubky [W/m²K]

Pro výpočet je použit program na výpočet tepelné ztráty potrubí s izolací kruhového průřezu z webu www.vytapeni.tzb-info.cz, dostupný z:

<https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-tepelna-ztrata-potrubí-s-izolaci-kruhoveho-prurezu>

Dle výpočtů původně navrhovaná tloušťka tepelné izolace 25 mm vyhoví jen u průměru trubky 20 x 3,4. Ve větších průměrech nevyhoví, a tak musíme dávat dvě vrstvy, kde budeme kombinovat jednotlivé tloušťky.

K dosažení potřebných tlouštěk budou použity izolace tloušťky 9, 13, 20 a 25 mm, které budou na potrubí nainstalovány dle předepsaných pravidel výrobce. V místě napojení budou vrstvy přelepeny páskou a druhá vrstva bude stažena stahovací páskou nebo plastovými sponami. Vzdálenosti spon a pásek umisťovat dle montážního návodu.



Obr.26. trubice mirelon sprint

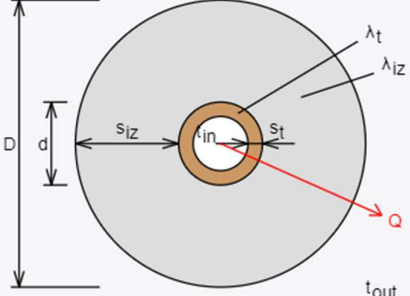


Obr.27. termoizolační trubice mirelon sprint (PE pěna)

Pro potrubí 20 x 3,4 - tloušťka izolace 25 m:

Izolace	
-- Vlastní hodnoty --	
Rozměry izolace	
Tloušťka	$s_{iz} = 25$ mm
Souč. tepelné vodivosti	
	$\lambda_{iz} = 0.039$ W / m K

Trubka	
-- Vlastní hodnoty --	
Rozměry trubky	
Průměr	$d = 20$ mm
Tloušťka stěny	$s_t = 3,4$ mm
Souč. tepelné vodivosti	
	$\lambda_t = 0.22$ W / m K



Potrubí

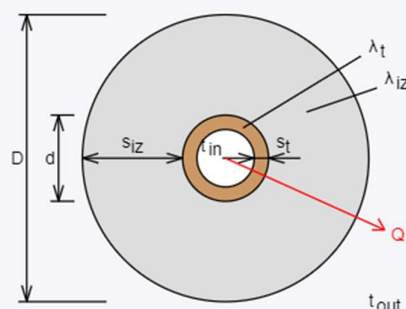
Teplota média	$t_{in} = 60$ °C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 25$ °C
Relativní vlhkost vzduchu	$\phi = 65$ % ???
Teplota rosného bodu	$t_w = 18.5$ °C
Součinitel přestupu tepla	
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K
Délka potrubí	
	$l = 1$ m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{o,193/2007} = 0.18$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.17 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 27.7$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 18.5$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 6$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	68 %
Střední spotřeba izolace	
	0.1414 m ² - platí pro plošnou izolaci

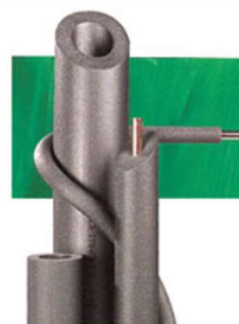
Pro potrubí 25 x 4,2 - tloušťka izolace 20+9 mm:

Izolace	
-- Vlastní hodnoty --	
Rozměry izolace	
Tloušťka	$s_{iz} = 29$ mm
Souč. tepelné vodivosti	
$\lambda_{iz} =$	0.039 W / m K

Trubka	
-- Vlastní hodnoty --	
Rozměry trubky	
Průměr	$d = 25$ mm
Tloušťka stěny	$s_t = 4,2$ mm
Souč. tepelné vodivosti	
$\lambda_t =$	0.22 W / m K



$$D = d + 2 s_{iz} = 83 \text{ mm}$$



Rozsah provozních teplot: není uveden

Potrubí	
Teplota média	$t_{in} = 60$ °C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 25$ °C
Relativní vlhkost vzduchu	$\phi = 65$ % ???
Teplota rosného bodu	$t_w = 18.5$ °C
Součinitel přestupu tepla	
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K
Délka potrubí	
$l =$	1 m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)

DN 20 - DN 32 $\Rightarrow U_{0,193/2007} = 0.18$ W / m K

Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí

$U_0 = 0.179 \leq 0.18$ W / m K \Rightarrow VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007

Povrchová teplota izolovaného potrubí

$t_{p,iz} = 27.4$ °C $> t_w \Rightarrow$ na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci

Tepelná ztráta potrubí bez izolace

$q_p = 22.3$ W/m

Tepelná ztráta potrubí s izolací

$q_{iz} = 6.3$ W/m

Energetická úspora izolovaného potrubí

72 %

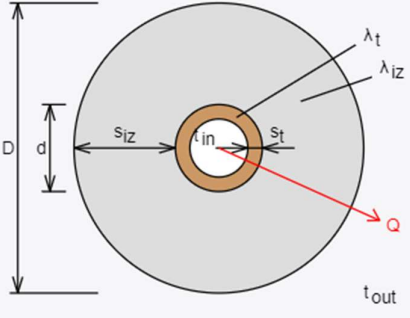
Střední spotřeba izolace

0.1696 m² - platí pro plošnou izolaci

Pro potrubí 32 x 5,4 - tloušťka izolace 25+13 mm:

Izolace	
-- Vlastní hodnoty --	
Rozměry izolace	
Tloušťka	$s_{iz} = 38$ mm
Souč. tepelné vodivosti	
$\lambda_{iz} =$	0.039 W / m K

Trubka	
-- Vlastní hodnoty --	
Rozměry trubky	
Průměr	$d = 32$ mm
Tloušťka stěny	$s_t = 5,4$ mm
Souč. tepelné vodivosti	
$\lambda_t =$	0.22 W / m K



$D = d + 2 s_{iz} = 108$ mm

Rozsah provozních teplot: není uveden

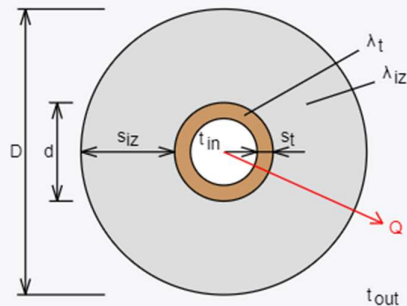
Potrubí	
Teplota média	$t_{in} = 60$ °C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 25$ °C
Relativní vlhkost vzduchu	$\phi = 65$ % ???
Teplota rosného bodu	$t_w = 18.5$ °C
Součinitel přestupu tepla	
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K
Délka potrubí	
$l =$	1 m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{o,193/2007} = 0.18$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.18 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 26.9$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 27.1$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 6.3$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	77 %
Střední spotřeba izolace	
0.2199 m ² - platí pro plošnou izolaci	

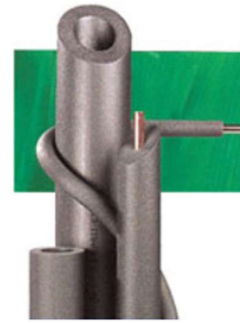
Pro potrubí 40 x 6,7 - tloušťka izolace 25+13 mm:

Izolace		
-- Vlastní hodnoty --		
Rozměry izolace		
Tloušťka	$s_{iz} =$	38 mm
Souč. tepelné vodivosti		
	$\lambda_{iz} =$	0.039 W / m K

Trubka		
-- Vlastní hodnoty --		
Rozměry trubky		
Průměr	$d =$	40 mm
Tloušťka stěny	$s_t =$	6,7 mm
Souč. tepelné vodivosti		
	$\lambda_t =$	0.22 W / m K



$$D = d + 2 s_{iz} = 116 \text{ mm}$$



Rozsah provozních teplot: není uveden

Potrubí

Teplota média	$t_{in} =$	60 °C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} =$	25 °C
Relativní vlhkost vzduchu	$\phi =$	65 % ???
Teplota rosného bodu	$t_w =$	18.5 °C
Součinitel přestupu tepla		
na vnějším povrchu	$\alpha_e =$	10 W / m ² K
Délka potrubí		
	$l =$	1 m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)

DN 40 - DN 65 $\Rightarrow U_{0,193/2007} = 0.27 \text{ W / m K}$

Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí

$U_0 = 0.203 \leq 0.27 \text{ W / m K} \Rightarrow \text{VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007}$

Povrchová teplota izolovaného potrubí

$t_{p,iz} = 27 \text{ °C} > t_w \Rightarrow \text{na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci}$

Tepelná ztráta potrubí bez izolace

$q_p = 32.1 \text{ W/m}$

Tepelná ztráta potrubí s izolací

$q_{iz} = 7.1 \text{ W/m}$

Energetická úspora izolovaného potrubí

78 %

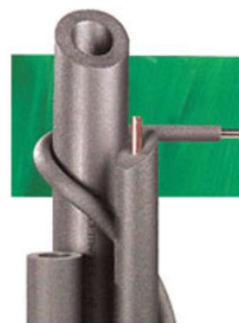
Střední spotřeba izolace

0.245 m^2 - platí pro plošnou izolaci

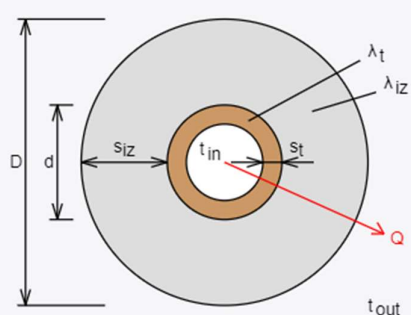
Pro potrubí 50 x 8,4 - tloušťka izolace 25+13 mm:

Izolace		
-- Vlastní hodnoty --		
Rozměry izolace		
Tloušťka	$s_{iz} =$	38 mm
Souč. tepelné vodivosti		
	$\lambda_{iz} =$	0.039 W / m K

Trubka		
-- Vlastní hodnoty --		
Rozměry trubky		
Průměr	$d =$	50 mm
Tloušťka stěny	$s_t =$	8,4 mm
Souč. tepelné vodivosti		
	$\lambda_t =$	0.22 W / m K



Rozsah provozních teplot: není uveden



$$D = d + 2 s_{iz} = 126 \text{ mm}$$

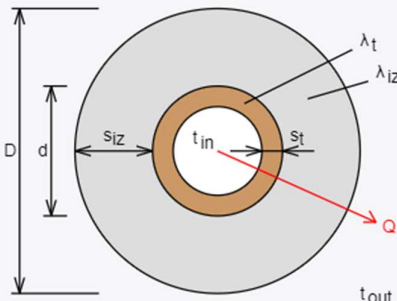
Potrubí		
Teplota média	$t_{in} =$	60 °C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} =$	25 °C
Relativní vlhkost vzduchu	$\phi =$	65 % ???
Teplota rosného bodu	$t_w =$	18.5 °C
Součinitel přestupu tepla		
na vnějším povrchu	$\alpha_e =$	10 W / m ² K
Délka potrubí		
	$l =$	1 m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 40 - DN 65 => $U_{0,193/2007} = 0.27 \text{ W / m K}$
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_0 = 0.231 \leq 0.27 \text{ W / m K} \Rightarrow$ VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 27 \text{ °C} > t_w \Rightarrow$ na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 37.5 \text{ W/m}$
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 8.1 \text{ W/m}$
Energetická úspora izolovaného potrubí	78 %
Střední spotřeba izolace	0.2765 m ² - platí pro plošnou izolaci

Pro potrubí 63 x 10,5 - tloušťka izolace 25+13 mm:

Izolace	
-- Vlastní hodnoty --	
Rozměry izolace	
Tloušťka	$s_{iz} = 38$ mm
Souč. tepelné vodivosti	
$\lambda_{iz} =$	0.039 W / m K

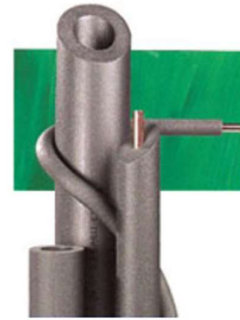
Trubka	
-- Vlastní hodnoty --	
Rozměry trubky	
Průměr	$d = 63$ mm
Tloušťka stěny	$s_t = 10,4$ mm
Souč. tepelné vodivosti	
$\lambda_t =$	0.22 W / m K



$D = d + 2 s_{iz} = 139 \text{ mm}$

Potrubí	
Teplota média	$t_{in} = 60$ °C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 25$ °C
Relativní vlhkost vzduchu	$\phi = 65$ % ???
Teplota rosného bodu	$t_w = 18.5$ °C
Součinitel přestupu tepla	
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K
Délka potrubí	
$l =$	1 m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 40 - DN 65 => $U_{0,193/2007} = 0.27$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_0 = 0.267 \leq 0.27$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 27.1$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 44$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 9.3$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	79 %
Střední spotřeba izolace	
0.3173 m ² - platí pro plošnou izolaci	



Rozsah provozních teplot: není uveden

B.2.2.7. Návrh cirkulačního čerpadla

Nejmenší potřebná dopravní výška cirkulačního čerpadla H [m]:

$$H = 0,1033 \cdot (\Delta p_{RF} + \sum \Delta p_{Ap})$$

kde Δp_{RF} - tlakové ztráty v přívodním i cirkulačním potrubí teplé vody nejdelšího okruhu (kPa) při výpočtovém průtoku cirkulace teplé vody,

$$\Delta p_{RF} = 35,416 \text{ kPa}$$

$\sum \Delta p_{Ap}$ - součet tlakových ztrát napojených zařízení (kPa), např. průtokových ohřivačů vody, nacházejících se v cirkulačním okruhu (stanoví se podle dokumentace výrobce těchto zařízení).

$$\Delta p_{Ap} = 0 \text{ kPa}$$

$$H = 0,1033 \cdot 35,416 = \mathbf{3,66 \text{ m}}$$

$$\text{Výpočtový průtok [m}^3/\text{h]: } Q_c = \mathbf{0,23 \text{ l/s}}$$

Navrhují cirkulační čerpadlo Grundfos UPS 25-40N



Dopravní výška čerpadla	4 m
Napájení čerpadla	230 VAC
Průtok čerpadla	2,8 m ³ /h
Stavební délka	180 mm
Světlost čerpadla	DN 25
Teplota kapaliny	2...110 °C
Tlak	PN 10
Typ připojení čerpadla	Vnější závit
Velikost připojení čerpadla	6/4"
Hmotnost	2.58 kg

Obr.28. oběhové čerpadlo

B.2.2.8. Návrh vodoměru

Návrh je proveden podle ČSN 75 5455 - Výpočet vnitřních vodovodů na základě dimenzování vnitřního vodovodu a technických podkladů od výrobce.

Návrh domovního vodoměru:

Navrhuji mokroběžný vodoměr sens 420, Jmenovitý průtok $Q_n = 12,0 \text{ m}^3/\text{h}$, DN 32

Specifikace vodoměru: Maximální průtok: $Q_{\max} = 12,0 \text{ m}^3/\text{h}$

Minimální průtok: $Q_{\min} = 30 \text{ l/h}$

Potřeba vody dle bilance: Maximální průtok: $Q_{\max} = 1,998 \text{ m}^3/\text{h}$

$Q_n > Q_{\max} \rightarrow 12,0 > 1,998$

Posouzení minimálního průtoku:

$Q_{D\min} = 0,5 \text{ l/s} = 1800 \text{ l/h} \rightarrow Q_{D\min} > Q_{\min}$

$1800 \text{ l/h} > 30 \text{ l/h}$

Posouzení maximálního průtoku:

$Q_D = 3,0 \text{ l/s} = 10,8 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow Q_{D\max} < Q_{\max}$

$10,8 \text{ m}^3/\text{h} < 12,0 \text{ m}^3/\text{h}$

Krajní hodnoty možných průtoků vodoměrem nepřekračují krajní hodnoty vodoměru stanovené výrobcem.

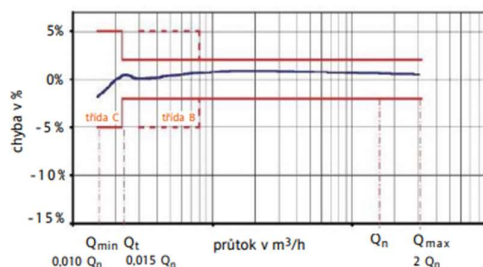
Tlaková ztráta vodoměru

Tlaková ztráta = $0,24 \text{ bar} = 24 \text{ kPa}$

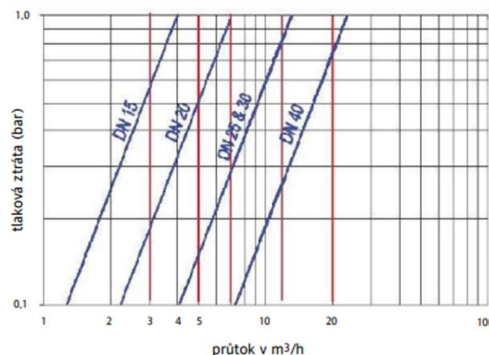


Obr.29. technické parametry vodoměru

Křivka chyb



Křivka tlakových ztát



B.2.2.9. Posouzení hydraulického přetlaku [kPa]

Vztah pro posouzení hydraulického přetlaku:

$$p_{\text{dis}} \geq p_{\text{minFI}} + \Delta p_e + \sum \Delta p_{\text{WM}} + \sum \Delta p_{\text{Ap}} + \Delta p_{\text{RF}}$$

kde p_{dis} - dispoziční přetlak v místě napojení vodovodní přípojky na vodovodní řad pro veřejnou potřebu [kPa]

$p_{\text{dis}} = 450$ kPa byl zvolen.

p_{minFI} - minimální požadovaný hydrodynamický přetlak u nejnepříznivější výtokové armatury - hadicových systémů pro první zásah 200 kPa

Δp_e - tlaková ztráta způsobená rozdílem mezi výškovou úrovní nejvyššího místa potrubí a místa napojení vodovodní přípojky na vodovodní řad pro veřejnou potřebu – hydrostatický přetlak [kPa], 1 m přibližně odpovídá 10 kPa

Δp_{WM} - součet tlakových ztrát vodoměrů na trase od napojení vodovodní přípojky na vodovodní řad po nejvzdálenější a nejvyšší odběrné místo [kPa]; $\Delta p_{\text{WM}} = 24,0$ kPa

Δp_{Ap} - součet tlakových ztrát napojených zařízení

Δp_{RF} - tlakové ztráty v potrubí třením a místními odpory v trase od napojení vodovodní přípojky na vodovodní řad k nejvzdálenějšímu a nejvyššímu odběrnému místu [kPa], viz dimenzování potrubí studené vody.

Pro studenou vodu:

$$p_{\text{dis}} \geq p_{\text{minFI}} + \Delta p_e + \sum \Delta p_{\text{WM}} + \sum \Delta p_{\text{Ap}} + \Delta p_{\text{RF}}$$

$$450 \geq 100 + 73,08 + 24 + 105,015 = 302,095 \text{ kPa} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$\Delta p_e = (h \cdot \rho \cdot g) / (1000) = (7,45 \cdot 1000 \cdot 9,81) / (1000) = 73,08 \text{ kPa}$$

Pro teplou vodu:

$$p_{\text{dis}} \geq p_{\text{minFI}} + \Delta p_e + \sum \Delta p_{\text{WM}} + \sum \Delta p_{\text{Ap}} + \Delta p_{\text{RF}}$$

$$450 \geq 100 + 73,08 + 0 + 109,503 = 282,583 \text{ kPa} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$\Delta p_e = (h \cdot \rho \cdot g) / (1000) = (7,45 \cdot 1000 \cdot 9,81) / (1000) = 73,08 \text{ kPa}$$

Pro požární vodu

$$p_{\text{dis}} \geq p_{\text{minFI}} + \Delta p_e + \sum \Delta p_{\text{WM}} + \sum \Delta p_{\text{Ap}} + \Delta p_{\text{RF}}$$

$$450 \geq 100 + 70,63 + 24 + 41,157 = 235,787 \text{ kPa} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$\Delta p_e = (h \cdot \rho \cdot g) / (1000) = (7,20 \cdot 1000 \cdot 9,81) / (1000) = 70,63 \text{ kPa}$$

B.2.3. Dimenzování plynovodního potrubí

Návrh je proveden dle TPG 704 01 – Odběrová plynová zařízení a spotřebiče na plynná paliva v budovách.

Materiály: Potrubí vedené uvnitř objektu – ocel

Potrubí vedené pod terénem vně objektu – HDPE PE 100, SDR 11

Přípojka – HDPE PE 100, SDR 11

Vnitřní domovní plynovod bude sloužit pro distribuci plynu ke dvěma plynovým kotlům.

Jsou navrženy dva závěsné kondenzační kotle Viesmann Vitodens 200-W o výkonu 10,9 až 45 kW a se spotřebou zemního plynu 5,19 m³/h. Přívod a odvod spalin je řešen systémovým potrubím od firmy Viesmann o ø80/125 mm. Odvod a přívod spalin je koaxiální a je vyvedeno až nad střešní plášť.

Hlavní uzávěr plynu společně s plynoměrem a regulátorem tlaku je umístěn ve specifické skříni na obvodové stěně bytového domu. Skříň je umístěna vedle vstupních dveří a je přístupná z veřejného místa.

B.2.3.1. Posouzení umístění plynových spotřebičů

Kondenzační plynové kotle od firmy Viesmann, přesné označení Vitodens 200-W v provedení typu C. Kotle budou zapojeny do série, a tím pádem celkový výkon spotřebičů je 90 kW. Jelikož nemáme větší výkon než 100 kW, nemusíme mít kotelnu, ale postačí jen technická místnost

Přívod a odvod spalin je řešen systémovým potrubím od firmy Viesmann o ø80/125 mm. Odvod a přívod spalin je koaxiální a je vyvedeno až nad střešní plášť. Nemusíme řešit žádné speciální požadavky na větrání nebo objem místnosti.

B.2.3.2. Dimenzování potrubí domovního plynovodu

Redukovaný odběr plynu V_r [m³/h]:

$$V_r = K_1 \cdot V_1 + K_2 \cdot V_2 + K_3 \cdot V_3 + K_4 \cdot V_4$$

kde V_1 - součet objemových průtoků spotřebičů pro přípravu pokrmů a průtokových ohřivačů vody v [m³/h],

V_2 - součet objemových průtoků lokálních topidel a zásobníkových ohřivačů vody v [m³/h],

V_3 - součet objemových průtoků všech kotlů včetně kotlů kombinovaných v [m³/h],

V_4 - součet objemových průtoků všech technologických plynových spotřebičů a plynových spotřebičů ve velkokuchyních [m³/h],

K_1 - koeficient současnosti pro skupinu spotřebičů uvedených u V_1

$$(K_1 = 0,9 \cdot n^{-0,6})$$

K_2 - koeficient současnosti pro skupinu spotřebičů uvedených u V_2

$$(K_2 = n^{-0,35})$$

K_3 - koeficient současnosti pro skupinu spotřebičů uvedených u V_3

$$(K_3 = 0,95 \cdot n^{-0,32}) = 0,95 \cdot 2^{-0,32} = 0,76 \Rightarrow 1,0$$

K_4 - koeficient současnosti pro skupinu spotřebičů uvedených u V_4

n - počet spotřebičů, které jsou zásobovány plynem z příslušného úseku potrubí.

Redukovaný odběr plynu V_r [m^3/h] pro každý úsek:

$$V_{r\text{ A-B}} = K_3 \cdot V_3 = n^{-0,1} \cdot V_3$$

$$V_{r\text{ A-B}} = 1 \cdot 5,19 = 5,19 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{r\text{ C-B}} = V_{r\text{ A-B}} = 5,19 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{r\text{ B-D}} = K_3 \cdot V_3 = n^{-0,1} \cdot V_3$$

$$V_{r\text{ B-C}} = 1 \cdot (2 \cdot 5,19) = \mathbf{10,38 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Ztráta tlaku Δp_L [Pa/m] v ležatém potrubí domovního plynovodu:

$$\Delta p_L = \frac{\Delta p_c}{L + \sum l_e}$$

kde Δp_c - celková ztráta tlaku v ležatém potrubí [Pa], $\Delta p_c = 100 \text{ Pa}$

L - skutečná délka ležatého potrubí [m], tj. délka od hlavního uzávěru plynu až k nejvzdálenějšímu spotřebiči (bez stoupacího vedení),
 $L = 8,730 \text{ m}$

$\sum l_e$ - součet ekvivalentních délkových přírážek pro tvarovky a armatury v [m]

$$\Delta p_L = \frac{100}{8,730 + (13 \cdot 0,7 + 3 \cdot 0,5 + 1,3 + 4 \cdot 0,4)} = 4,50 \text{ Pa/m}$$

B.2.3.3. Návrh dimenze plynovodního potrubí:

Dle tabulky ztráty tlaku v závislosti na jmenovité světlosti potrubí a redukovaném odběru zemního plynu podle TPG 704 01 (Odběrová plynová zařízení a spotřebiče na plynná paliva v budovách) byly navrženy následující dimenze potrubí:

Pro úsek: A-B: DN 32

C-B: DN 32

B-D: DN 40

B.2.3.4. Dimenzování potrubí plynovodní přípojky

Materiál: Přípojka – HDPE PE 100, SDR 11

Dimenzi potrubí přípojky navrhujeme dle vztahu uvedeného v technických pravidlech TPG 702 01 - Plynovody a přípojky z polyetylenu.

Dimenze potrubí přípojky D-E [mm]

$$D - E = K \cdot \sqrt[4,8]{\frac{V_r^{1,82} \cdot L_e}{(p_z + 100)^2 - (p_k + 100)^2}}$$

kde K - konstanta zemního plynu [-], K = 13,8

V_r - redukovaný odběr plynu [m^3/h]

L_e - ekvivalentní délka plynovodní přípojky [m]

$$L_e = L + \sum l_e = 17,278 + (0,5 + 2 \cdot 0,7) = 19,178 \text{ m}$$

p_z - tlak na začátku počítaného úseku plynovodu [kPa], $p_z = 80 \text{ kPa}$

p_k - tlak na konci počítaného úseku plynovodu [kPa], $p_k = 75 \text{ kPa}$

$$D - E = 13,8 \cdot \sqrt[4,8]{\frac{10,38^{1,82} \cdot 19,178}{(80+100)^2 - (75+100)^2}} = 13,05 \text{ mm}$$

Navrhují středotlakou plynovodní přípojku HDPE PE 100 SDR 11 - 32 x 3

Posouzení rychlosti proudění plynu v potrubí v [m/s]

$$v = \frac{4 \cdot V_r}{\pi \cdot d^2}$$

kde d - vnitřní průměr navrženého potrubí přípojky [m]

$$d = 0,032 - 2 \cdot 0,003 = 0,026 \text{ m}$$

V_r - redukovaný odběr plynu [m^3/s]

$$V_r = 10,38/3600 = 0,002883 \text{ m}^3/\text{s}$$

Rychlost středotlaké přípojky nesmí překročit 20 m/s a 5 kPa

$$v = \frac{4 \cdot 0,002883}{\pi \cdot 0,026^2} = 5,43 \text{ m/s} < 20 \text{ m/s} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

B.2.3.5. Návrh plynoměru

Navrhuji membránový plynoměr BK - G10

$$Q_{\max} = 16 \text{ m}^3/\text{h}$$

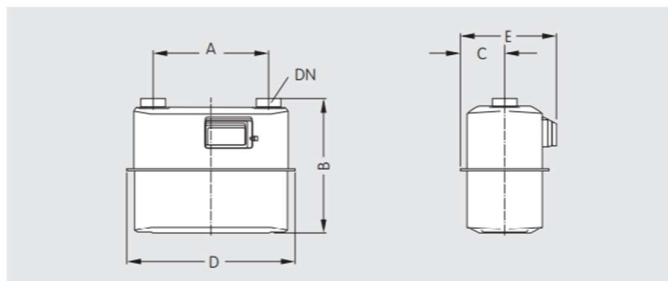
$$Q_{\min} = 0,10 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_r = 10,38 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{\max} > V_r > Q_{\min}$$

$$16 > 15,88 > 0,10 \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

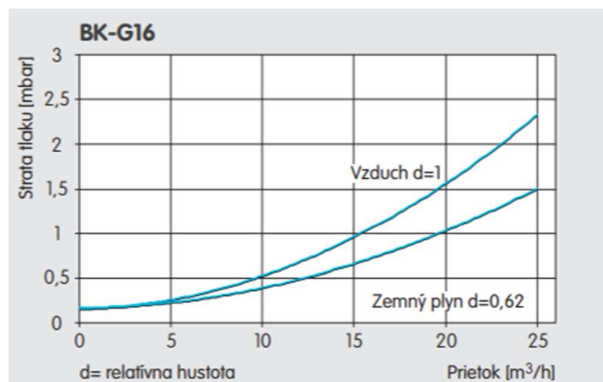
Rozměry



Typ prevedenia	Q_{\max} [m ³ /h]	Q_{\min} [m ³ /h]	V [dm ³]	Pripojovacie rozmery		Rozměry [mm]					Hmotnosť [kg]
				DN	Závit*	A*	B	C	D	E	
BK-G10	16	0,1	6	32	1 1/4"	250	320	85	334	218	4,5
BK-G10	16	0,1	6	32	1 1/4"	280	330	108	405	234	5,7
BK-G10 (standard)	16	0,1	6	40	2"	280	330	108	405	234	5,7
BK-G16 (standard)	25	0,16	6	40	2"	280	330	108	405	234	5,7

* ISO 228-1

Iné rozmery na objednávku



Obr.30. Technické parametry plynoměru

B.2.3.6. Návrh regulátoru

Vstupní tlak: $p_{vst} = 75 \text{ kPa}$

Průtok: $V_r = 10,38 \text{ m}^3/\text{h}$

Navrhuji regulátor Hutira&Francel B25,

$Q_{max} = 25 \text{ m}^3/\text{h}$

$p_{vst, min} = 50 \text{ kPa}$,

$p_{vst, max} = 400 \text{ kPa}$

$p_{vystupní} = 2,1 \text{ kPa}$

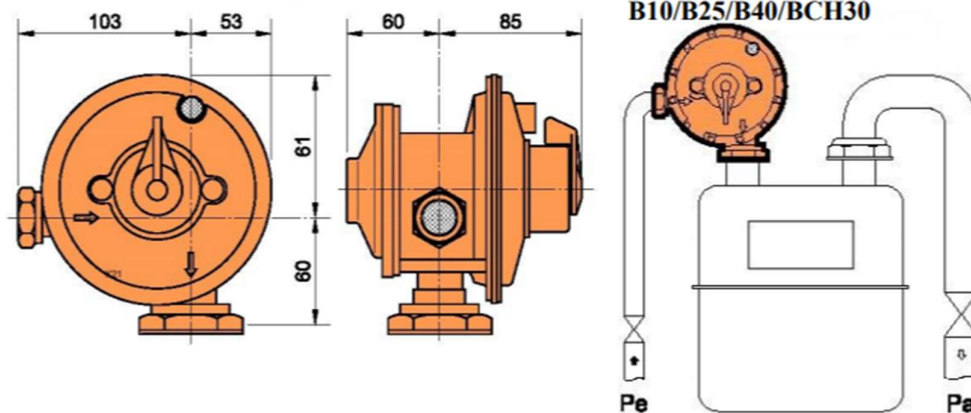
$Q_{max} > Q$

$25 \text{ m}^3/\text{h} > 10,38 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow \text{Vyhovuje}$

$p_{vst, max} > p_{vst} > p_{vst, min}$

$400 \text{ kPa} > 75 \text{ kPa} > 50 \text{ kPa} \rightarrow \text{Vyhovuje}$

ROZMĚRY B10, B25, B40, BCH30



Regulátor	B6	B10	B25	B40	BCH30
$P_v \text{ min [bar]}$	0,5	0,5	0,5	0,7	0,8
$P_v \text{ max [bar]}$	4	4	4	4	4
$P_r \text{ [mbar]}$	21	21	21	21	300
Průtok $[\text{m}^3(\text{n})/\text{h}]$	6	10	25	40	30
Vstup*	$\frac{3}{4}$ "				
Výstup**	1 ", $1 \frac{1}{4}$ "				

HMOTNOST

Regulátor	B6	B10	B25	B40	BCH30
Hmotnost	1 kg	2 kg			

Obr.31. Technické parametry regulátoru

B.2.3.7. Výpočet akumulčního prostoru

Minimální akumulční prostor V_{\min} [m³] v domovním plynovodu:

$$V_{\min} = \frac{V_r}{a \cdot \left(1 + \frac{p_z}{100000}\right)}$$

kde V_r - celkový odběr plynu = 10,38 m³/h

p_z - výstupní přetlak za regulátorem = 2,1 kPa

a = 576 pro hořáky s dvoustupňovou regulací

$$V_{\min} = \frac{10,38}{576 \cdot \left(1 + \frac{2,2}{100000}\right)} = 0,0180 \text{ m}^3$$

Akumulční prostor V [m³] v domovním plynovodu:

$$V = \sum \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot l = \frac{\pi \cdot 0,04180^2}{4} \cdot 10,389 + \frac{\pi \cdot 0,03590^2}{4} \cdot 4,224 = 0,0185 \text{ m}^3$$

kde d - vnitřní průměr potrubí (DN)

l - délka úseku potrubí

$V > V_{\min} \rightarrow$ Vyhovuje

B.2.4. Návrh přípravy teplé vody

Návrh je proveden podle ČSN 06 0320 - Tepelné soustavy v budovách, příprava teplé vody, navrhování, projektování.

B.2.4.1. Návrh zásobníkového ohřívače vody dle špičkového odběru

Objem zásobníku teplé vody v byt. domech podle emeprického vzorce:

$$V_z = q_{TV,max} \cdot n \cdot k_{TV} \cdot \psi$$

kde $q_{TV,max}$ - max. specifická potřeba vody [l/spotřeb. jednotka za den]

n - počet dávek

k_{TV} - součinitel nerovnoměrnosti potřeby teplé vody

ψ - součinitel mrtvého prostoru

$$V_z = 60 \cdot 66 \cdot 0,23 \cdot 1,15 = \mathbf{1047,42 \text{ l}}$$

t	0,5 (h)	1,0 (h)	2,0 (h)	3,0 (h)
k_{TV}	0,22	0,23	0,35	0,46
V_z	1001,88	1047,42	1593,9	2094,84

Stanovení výkonu topné vložky

$$P_z = (V_z \cdot c \cdot \Delta t) / (z \cdot 3600) + q_c$$

kde V_z - objem zásobníkového ohřívače nebo zásobníku teplé vody [l]

c - měrná tepelná kapacita vody

Δt - součinitel nerovnoměrnosti potřeby teplé vody

z - doba ohřevu vody v ohřívači [h]

q_c - tepelné ztráty potrubí při cirkulaci teplé vody

$$P_z = (1047,42 \cdot 4,2 \cdot 50) / (1,0 \cdot 3600) + 1,912 = 60,012 \text{ kW}$$

B.2.4.2. Dimenzování zásobníkových ohřívačů podle ČSN 06 0320

Teoretická potřeba tepla pro ohřev vody Q_{2t} [kWh/per] dle osoby.

Měrná jednotka	Činnost	Potřeba teplé vody [m ³ /perioda]	Teplo Q_{2P} [kWh/perioda]
1 os.	Umývání Vaření, Úklid	0,082	4,3

Předpokládaný počet obyvatel v řešeném objektu:

pro byt 3+kk o velikost 72,38 m² = 3 osoby

pro byt 3+kk o velikost 79,57 m² = 4 osoby

celkový počet bytových jednotek o velikost 3+kk nad 75 m² = 6x

celkový počet bytových jednotek o velikost 3+kk do 75 m² = 12x

celkový počet osob = 12 · 3 + 2 · 3 + 6 · 4 = 60 os.

Počet zaměstnanců ve ateliérech = 6 os. (2x3 os.)

$$Q_{2t} = \Sigma Q_{2p} \cdot n$$

kde Q_{2p} - potřeba tepla na jednu dávku dané činnosti [kWh]

n - počet dávek

$$Q_{2t} = 4,3 \cdot 66 = 283,80 \text{ kWh}$$

Teplo ztracené při ohřevu a distribuci teplé vody Q_{2z} [kWh]:

$$Q_{2z} = Q_{2t} \cdot z$$

kde Q_{2t} - potřeba tepla pro ohřev vody

z - součinitel poměrné ztráty

$$Q_{2z} = 283,80 \cdot 0,5 = 141,90 \text{ kWh}$$

Teplo dodané ohřivačem během periody Q_{2p} [kWh]:

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 283,80 + 141,90 = 425,70 \text{ kWh}$$

Rozdělení odběru TV během časové periody:

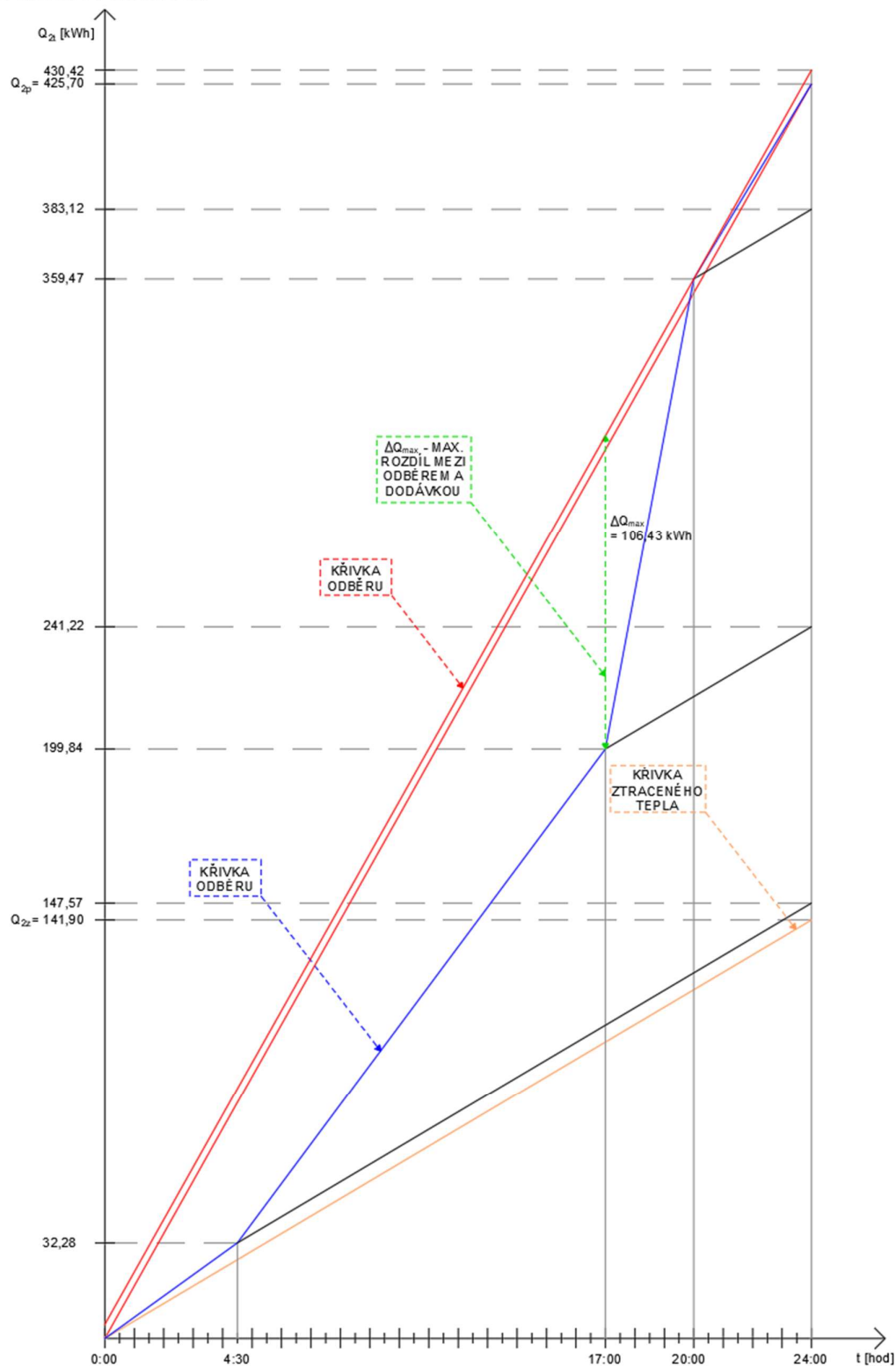
$$0:00 - 4:30 \quad - 2\% \text{ z } Q_{2t1}; Q_{2t} = 0,02 \cdot 283,80 = 5,676 \text{ kWh}$$

$$4:30 - 17:00 \quad - 33\% \text{ z } Q_{2t2}; Q_{2t} = 0,33 \cdot 283,80 = 93,654 \text{ kWh}$$

$$17:00 - 20:00 \quad - 50\% \text{ z } Q_{2t3}; Q_{2t} = 0,50 \cdot 283,80 = 141,900 \text{ kWh}$$

$$20:00 - 24:00 \quad - 15\% \text{ z } Q_{2t4}; Q_{2t} = 0,15 \cdot 283,80 = 42,570 \text{ kWh}$$

ODBĚROVÝ DIAGRAM



Určení velikosti zásobníku V_z [kWh]:

$$V_z = \frac{\Delta Q_{\max}}{c \cdot \Delta t}$$

kde ΔQ_{\max} - určeno z grafu odběrového diagramu

c - měrná kapacita vody (1,163 kWh/m³h)

t_2 - teplota teplé vody (60 °C)

t_1 - teplota studené vody (10 °C)

$$V_z = \frac{106,43}{1,163 \cdot (60 - 10)} = 1,830 \text{ m}^3 = 1830 \text{ litrů}$$

Jmenovitý výkon ohřevu Q_{1n} [kW]:

$$Q_{1n} = \frac{Q_1}{t}$$

kde Q_1 - maximum křivky odběru

t - počet provozních hodin

$$Q_{1n} = \frac{430,42}{24} = 17,93 \text{ kW}$$

Potřebná teplosměnná plocha A [m²]:

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}}$$

kde T_1 - vstupní teplota topné vody, T_2 - výstupní teplota topné vody

t_1 - teplota studené vody, t_2 - teplota teplé vody

$$\Delta t = \frac{(80 - 60) - (60 - 10)}{\ln \frac{(80 - 60)}{(60 - 10)}} = 32,74$$

$$A = \frac{17,93 \cdot 10^3}{420 \cdot 32,74} = 1,30 \text{ m}^2$$

kde Q_{1n} - jmenovitý výkon ohřevu

U - součinitel prostupu tepla teplosměnné plochy

Výpočty podle spičkového odběru:

Požadovaný objem zásobníku dle: $V_z = 1047,42 \text{ l}$

Požadovaný výkon ohřevu: $P_z = 60,012 \text{ kW}$

Výpočty podle ČSN 06 0320:

Požadovaný objem zásobníku dle: $V_z = 1830 \text{ l}$

Požadovaný výkon ohřevu: $Q_{1n} = 17,93 \text{ kW}$

Požadovaný teplosměnná plocha: $A = 1,30 \text{ m}^2$

B.2.4.3. Návrh zásobníku:

Navrhuji nepřímo ohříváný zásobník teplé vody od firmy Dražice s.r.o.

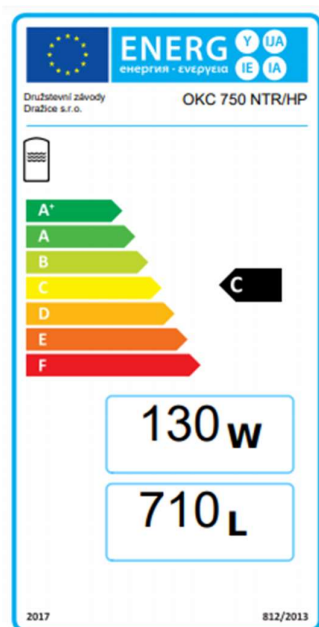
Přesné označení zásobníkové ohřívače: **OKC 750 NTR/HP 1MPa**

Technické údaje: Celkový výkon: $2 \cdot 130 = 260 \text{ kW} > Q_{1n} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$

Celkový objem: $2 \cdot 710 = 1420 \text{ l} > V_z \rightarrow \text{VYHOVUJE}$

Celková plocha: $2 \cdot 7,0 = 14,0 \text{ m}^2 > A \rightarrow \text{VYHOVUJE}$

Typ	OKC 200 NTR/HP	OKC 250 NTR/HP	OKC 300 NTR/HP	OKC 400 NTR/HP	OKC 500 NTR/HP	OKC 750 NTR/HP	OKC 1000 NTR/HP
Objem (l)	208	234	286	352	469	710	930
Třída energetické účinnosti	C						
Výška zásobníku (mm)	1355	1537	1558	1644	1914	2039	2053
Průměr zásobníku (mm)	584	584	670	700	700	910	1010



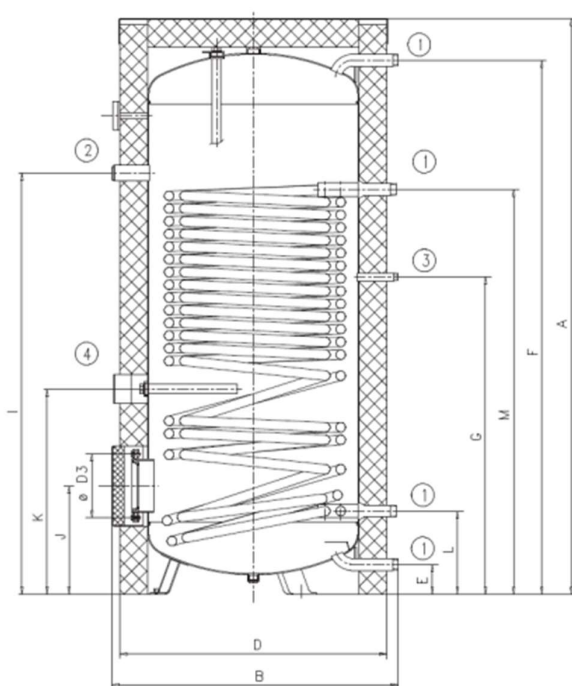
Obr.32. Technický list zásobníkového ohřívače



Obr.33. nepřímotopný zásobník

Jedná se o nepřímotopné zásobníky od firmy Dražice, které budou odebírat pro ohřev tepla výkon z dvou nedalekých kondenzačních kotlů, přesné označení kotlů je Viessmann Vitodens 200-W.

OKC 750-1000 NTR/HP



	OKC 750 NTR/HP	OKC 1000 NTR/HP
A	2039	2053
B	1017	1117
D	910	1010
D3	225	225
E	105	105
F	1891	1905
G	1123	1173
I	1491	1547
J	383	391
K	727	780
L	294	301
M	1433	1483

①	5/4" vnější
②	6/4" vnitřní
③	3/4" vnější
④	5/4" vnitřní

TYP		OKC 200 NTR/HP	OKC 250 NTR/HP	OKC 300 NTR/HP	OKC 400 NTR/HP	OKC 500 NTR/HP	OKC 750 NTR/HP	OKC 1000 NTR/HP
OBJEM	l	208	234	286	352	469	710	930
VÝŠKA	mm	1355	1537	1558	1644	1914	2039	2053
PRŮMĚR	mm	584	584	670	700	700	950	1050
MAX. HMOTNOST BEZ VODY	kg	102	119	133	190	223	259	324
MAX. PROVOZNÍ PŘETLAK V NÁDOBĚ	bar				10			
MAX. PROVOZNÍ PŘETLAK VE VÝMĚNÍKU	bar				10			
MAX. TEPLOTA TOPNÉ VODY	°C				110			
MAX. PROVOZNÍ TEPLOTA V NÁDOBĚ	°C				80			
VÝHŘEVNÁ PLOCHA VÝMĚNÍKU	m²	2,1	2,5	3,2	5,2	6,4	7,0	9,0
OBJEM VÝMĚNÍKU	l	13,7	17	21	32	39	47	63
TŘÍDA ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI					C			
STATICÁ ZTRÁTA	W	82	87	72	90	105	130	142

Obr.34. Návod k obsluze a instalaci OKC NTR/HP

B.2.5. Výpočet tepelných ztrát - obálková metoda

Teplo pro vytápění objektu a teplo pro ohřev vody budou zajišťovat plynové kondenzační kotle od firmy Viessmann. Potřebný výkon kotle se určí podle výpočtu tepelných ztrát objektu. Pro výpočet energetického štítku obálky uvažují hodnoty součinitele prostupu tepla jako doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$ dle ČSN 73 0540-2.

B.2.5.1. Výpočet proveden dle ČSN 73 0540-2 – Tepelná ochrana budov

Převažující teplota v interiéru t_i :	$t_i = 20\text{ °C}$
Teplota v exteriéru t_e dle polohy objektu:	$t_e = -17\text{ °C}$
Objem budovy V :	$V = 7236\text{ m}^3$
Celková plocha A :	$A = 2160\text{ m}^2$
Objemový faktor tvaru budovy A/V :	$A/V = 0,370$

Průměrný součinitel tepla U_{em} [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]:

$$U_{em} = H_T/A = 680,66 / 2160 = 0,315\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Posouzení:

$$U_{em} \leq U_{em,N} [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$$

kde U_{em} - průměrný součinitel tepla

$U_{em,N}$ - požadovaná max. hodnota průměrného součinitele prostupu tepla budovy

$$U_{em,N} = 0,30 + \frac{0,15}{A/V} = 0,30 + \frac{0,15}{0,370} = 0,705\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$0,315\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \leq 0,705\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \rightarrow \text{Podmínka splněna}$$

Stupeň tepelné náročnosti budovy [%]:

$$STN = 100 \cdot (U_{em}/U_{em,N})$$

$$STN = 100 \cdot (0,315/0,705) = 44,68\%$$

$$44,68\% \leq 100\% \rightarrow \text{Podmínka splněna}$$

Celková měrná ztráta prostupem H_T [W/K]:

$$H_T = 680,66\text{ W/K}$$

Celková ztráta prostupem Q_{Ti} [kW]:

$$Q_{Ti} = H_T \cdot (t_i - t_e) = 680,66 \cdot (20 - (-17)) = 25\,160\text{ W} = 25,160\text{ kW}$$

Celková ztráta větráním (přirozené) Q_{Vi} [kW]:

$$Q_{Vi} = 1300 \cdot V_{ih} \cdot (t_i - t_e)$$

kde V_{ih} – je objemový průtok větracího vzduchu

$$V_{ih} = V_a \cdot (n/3600)$$

kde V_a – je zjednodušený vzduchový objem budovy

n – je násobnost výměny vzduchu

$$V_a = V_b \cdot 0,8$$

kde V_b – je vnější objem budovy

$$V_a = 7236 \cdot 0,8 = 5788,8 \text{ m}^3$$

$$V_{ih} = 5788,8 \cdot (0,5/3600) = 0,804 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{Vi} = 1300 \cdot 0,804 \cdot (20 - (-17)) = 38\,672,4 \text{ W} = 38,67 \text{ kW}$$

Celková tepelná ztráta budovy Q_i [kW]:

$$Q_i = Q_{Ti} + Q_{Vi} = 25,16 + 38,67 = 63,83 \text{ kW}$$

B.2.5.2. Návrh plynového kondenzačního kotle:

Navrhuji 2x závěsný plynový kondenzační kotel od firmy Viessmann, přesné označení výrobku Vitodens 200-W, kotle budou zapojeny kaskádovitě. Výkon jednoho kotle je od 10,9 až do 45 kW a se spotřebou plynu až 5,19 m³/h.

$$Q = 2 \cdot 45 = 90 \text{ kW} > 63,83 \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Samostatný kotel							
Rozsah jmenovitého tepelného výkonu							
50/30 °C	kW	12,0–49,0	12,0–60,0	20,0–80,0	20,0–99,0	32,0–120,0	32,0–150,0
80/60 °C	kW	10,9–45,0	10,9–55,2	18,2–74,1	18,2–90,9	29,1–110,9	29,1–136,0
Rozměry							
Délka	mm	380	380	530	530	690	690
Šířka	mm	480	480	480	480	600	600
Výška	mm	850	850	850	850	900	900
Hmotnost	kg	65	65	83	83	130	130
Třída energetické účinnosti		A	A	–	–	–	–



Kaskáda							
Rozsah jmenovitého tepelného výkonu							
50/30 °C	kW	12,0–49,0	12,0–60,0	20,0–80,0	20,0–99,0	32,0–120,0	32,0–150,0
Kaskáda 2 kotlů	kW	12,0–98,0	12,0–120,0	20,0–160,0	20,0–198,0	–	–



Obr.35. Technický list viessmann vitodens 200-W

B.2.5.3. Výpočet tepelně technické posouzení přes program DEKSOFT

TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ KONSTRUKCE dle českých technických norem

Akce: Novostavba polyfunkčního domu na par. č. 448/229 a 448/301
k.ú. Otrokovice

Investor: město Otrokovice, nám 3. května 1340, 765 02 – Otrokovice

Místo stavby: Otrokovice [585599]

Katastrální území: Otrokovice [716731]

Dotčené pozemky: par. č. 448/299, 448/301 a st. 1232, 1233, 1234,
1235



Evidenční číslo: 0521

Datum vydání: 05/2021

Verze dokumentu:

Měrná tepelná ztráta a součinitel prostupu tepla

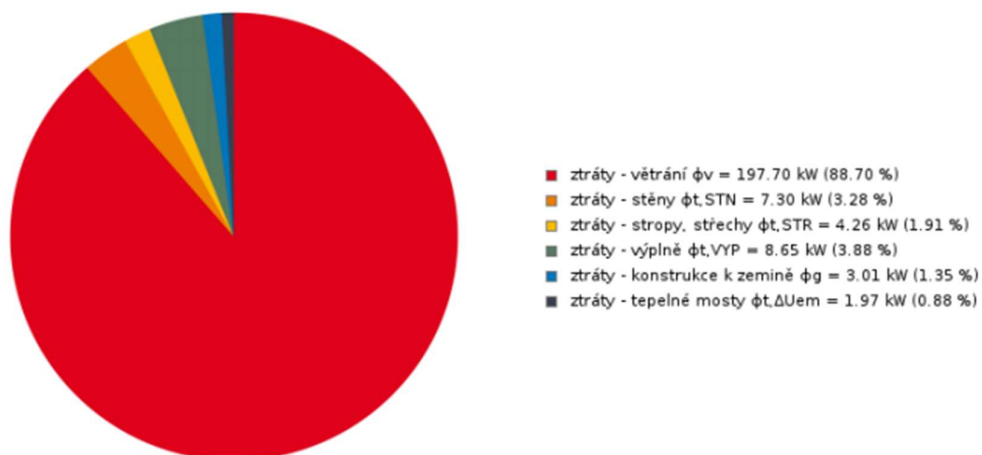
Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z1)	Referenční budova $\theta_i = 20\text{ °C}$				Hodnocená budova $\theta_i = 20\text{ °C}$			
	Plocha A [m²]	Součinitel prostupu tepla U_R [W/(m²K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T [W/K]	Plocha A [m²]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m²K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T [W/K]
STR-2 1-EXT S2 - Vegetační střecha	720,0	0,17	1,00	120,96	720,0	0,16	1,00	115,20
STN-3 1-EXT S3 - Vnější stěna, sever	159,2	0,21	1,00	33,43	159,2	0,21	1,00	33,91
STN-4 1-EXT S3 - Vnější stěna, východ	300,5	0,21	1,00	63,11	300,5	0,21	1,00	64,02
STN-5 1-EXT S3 - Vnější stěna, západ	307,3	0,21	1,00	64,54	307,3	0,21	1,00	65,46
STN-6 1-EXT S3 - Vnější stěna, jih	159,2	0,21	1,00	33,43	159,2	0,21	1,00	33,91
VYP-7 1-EXT Okna, západ	140,4	1,05	1,00	147,46	140,4	0,80	1,00	112,35
VYP-8 1-EXT Okna, východ	147,2	1,05	1,00	154,56	147,2	0,80	1,00	117,76
VYP-9 1-EXT Dveře, západ ¹⁾	4,0	1,16	1,00	4,61	4,0	0,90	1,00	3,57
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{em} = 0,014$ [W/(m²K)] $\Delta U_{em} = 0,014 * 1937,9$		1,00	27,13	$\Delta U_{em} = 0,020$ [W/(m²K)] $\Delta U_{em} = 0,020 * 1937,9$		1,00	38,76
PDL(z)-1 1-ZEM S1 - podlaha na terénu	720,0	0,32	0,53	115,67	720,0	0,18	0,67	81,33
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{em} = 0,014$ [W/(m²K)] $\Delta U_{em} = 0,014 * 720,0$			10,08	$\Delta U_{em} = 0,020$ [W/(m²K)] $\Delta U_{em} = 0,020 * 720,0$			14,40
Celkem bez vlivu ΔU_{em}	2 657,9	-	-	737,78	2 657,9	-	-	627,51
tepelné vazby ²⁾	$\Sigma \Delta U_{em}$			37,21	$\Sigma \Delta U_{em}$			53,16
celková měrná tepelná ztráta prostupem tepla	-	-	-	774,99	-	-	-	680,66

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Zóna / budova	$U_{em,Z,R}$	$U_{em,Z}$	Poměr $U_{em}/U_{em,R}$
	W/(m².K)	W/(m².K)	
Z1 - Bytový dům	0,292	0,256	87,83 %
budova celkem	0,292	0,256	87,83 %
budova splňuje požadavek $U_{em,R}$ vybrané referenční budovy:			ANO

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	$U_{em,R,class}$	U_{em}	Klasifikační třída
	W/(m².K)	W/(m².K)	
Budova celkem	0,292	0,256	B

tepelné ztráty a zisky prostupem konstrukcí a větráním zóny 1 pro hodnocenou budovu



cílová teplota na vytápění v provozní dobu $\theta_i = 20$ °C,
 extrémní zimní návrhová teplota $\theta_e = -17$ °C,
 orientační celkové tepelné ztráty zóny 1 $\phi_{H,nd} = 222,88$ kW

Souhrnná tabulka - součinitel prostupu tepla (Dle českých technických norem)

Konstrukce		Součinitel prostupu tepla			
		Dle českých technických norem			
Ozn.	Název	U_n	U_{rec}	U	Hod.
[-]	[-]	[W/(m² K)]	[W/(m² K)]	[W/(m² K)]	[-]
PDL(z)-1	S1 - podlaha na terénu	0,45	0,30	0,178	x
STR-2	S2 - Vegetační střecha	0,24	0,16	0,160	x
STN-3	S3 - Vnější stěna, sever	0,30	0,25	0,213	x
STN-4	S3 - Vnější stěna, východ	0,30	0,25	0,213	x
STN-5	S3 - Vnější stěna, západ	0,30	0,25	0,213	x
STN-6	S3 - Vnější stěna, jih	0,30	0,25	0,213	x

KLASIFIKACE PRŮMĚRNÉHO SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA OBÁLKY BUDOVY			
Typ budovy:		Hodnocení obálky budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	nám. 3. května 1340 765 02, Otrokovice		
Katastrální území:	772925		
Parcelní číslo:	3164/16		
Celková podlahová plocha $A_{\Sigma} = 2160 \text{ [m}^2\text{]}$		hodnocená	doporučení
<div> <div>mimořádně úsporná</div> <div> <div>A</div> <div>0,20</div> </div> <div> <div>B</div> <div>0,26</div> </div> <div> <div>C</div> <div>0,35</div> </div> <div> <div>D</div> <div>0,50</div> </div> <div> <div>E</div> <div>0,67</div> </div> <div> <div>F</div> <div>0,85</div> </div> <div> <div>G</div> <div>mimořádně ne hospodárná</div> </div> </div>		0,256	
KLASIFIKACE		B	-
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{\text{em}} \text{ [W/(m}^2\text{K)] } U_{\text{em}} = H_{\text{t}}/A$		0,256	-
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{\text{em,R,class}} \text{ W/(m}^2\text{K)}$ typu referenční budovy určené vyhláškou o ENB pro klasifikaci.		0,292	-
Platnost štítku do (datum):	05/2031 (nebo do změny obálky budovy)		
Jméno a příjmení:			

C. PROJEKT

C.1. Technická zpráva

C.1.1. Informace o projektu

Název akce:	Novostavba polyfunkčního domu na par. č. 448/229 a 448//301 k.ú. Otrokovice
Místo stavby:	Otrokovice [585599]
Kraj:	Zlínská
Okres:	Zlín
Obec / Město:	Otrokovice
Ulice:	tř. Tomáše Bati
Parcelní číslo:	par. č. 448/299, 448/301 a st. 1232, 1233,1234, 1235
Katastrální území:	Otrokovice [716731]
Investor:	město Otrokovice Nám. 3. května 1340, 765 02 - Otrokovice IČO: 00284301 DIČ: CZ00284301 Tel: +420 577 680 213
Stupeň PD:	Dokumentace pro provedení stavby [DPS]
Řešená část PD:	D.1.4 - Zdravotně technické a plynovodní instalace
Zpracovatel PD:	Martin Kovář
Datum:	Květen 2021

C.1.2. Úvod

Řešeným objektem je novostavba polyfunkčního domu a s tím spojené veškeré podružné stavební objekty, jako je přípojka plynu, kanalizace, vodovodu, elektra a telekomunikace. Samostatný objekt se nachází na parcele č. 448/229 a 448/301 k.ú. Otrokovice. Projekt řeší samostatné části D.1.4., a to vodovod, kanalizaci, plynovod a jejich přípojky k tomuto objektu.

Novostavba polyfunkčního domu je řešená jako samostatně stojící tří podlažní dům bez podsklepení. V objektu se nachází celkem 18 bytových jednotek a dva ateliéry. Nosný systém je proveden pomocí systémových prvků od firmy porotherm.

Svislé nosné obvodové konstrukce jsou provedené ze zdiva porotherm tl. 440. Nosné vnitřní zdivo je provedeno ve tloušťce 300 mm. Vnitřní zdivo bude řešeno pomocí systémových prvků od firmy porotherm přímo tomu určené. Veškeré zdivo bude mít označení profi. Základy jsou zhotoveny pomocí základových pasů. Vodorovné konstrukce zhotoveny jako železobetonové desky. Pokrývka střešní konstrukce bude vegetační střecha. V každém patře budeme mít pod ŽB deskami zhotovené podhledy, které nám budou sloužit pro rozvody TZB.

Jako podklad pro vypracování projektu sloužil snímek z katastru nemovitostí v měřítku 1:1000 a situace s vyznačenými stávajícími inženýrskými sítěmi.

Při provádění stavby je nutné dodržet podmínky stavebního úřadu, správců sítí (GasNet, Moravská vodárenská a.s., EG.D., cetin) a zásady bezpečnosti práce.

C.1.3. Balance

Balance potřeby vody

Druh budovy: obytná budova

$$q_s = 100,0 \text{ l}/(\text{obyvatel.den})$$

$$q_{\text{rok}} = 35 \text{ m}^3/(\text{obyvatel.rok})$$

Druh budovy: Administrativní budova

$$q_s = 60,0 \text{ l}/(\text{zaměstnanec.den})$$

$$q_{\text{rok}} = 18 \text{ m}^3/(\text{zaměstnanec.rok})$$

Předpokládaný počet obyvatel v řešeném objektu:

pro byt 3+kk o velikost $72,38 \text{ m}^2 = 3$ osoby

pro byt 3+kk o velikost $79,57 \text{ m}^2 = 4$ osoby

celkový počet bytových jednotek o velikost 3+kk nad $75 \text{ m}^2 = 6 \times$

celkový počet bytových jednotek o velikost 3+kk do $75 \text{ m}^2 = 12 \times$

celkový počet osob = $12 \cdot 3 + 2 \cdot 3 + 6 \cdot 4 = 60$ os.

Počet zaměstnanců ve ateliérech = 6 os. (2x3 os.)

Průměrná denní potřeba vody $Q_{dp} = 6360 \text{ l}/\text{den} = 6,36 \text{ m}^3/\text{den}$

Maximální denní potřeba vody $Q_{d,\text{max}} = 9540 \text{ l}/\text{den} = 9,540 \text{ m}^3/\text{den}$

Maximální hodinová potřeba vody $Q_{h,\text{max}} = 1987,5 \text{ l}/\text{h} = 1,988 \text{ m}^3/\text{h}$

Roční potřeba vody $Q_{\text{rok}} = 2208 \text{ m}^3/\text{rok}$

Bilance potřeby teplé vody

Pro druh budovy: Obytná budova a administrativní – bytový dům určený pro individuální bydlení, kde bilance potřeby teplé vody je navržena na základě počtu jednotlivých činností. Bilance vody pro administrativní dům se počítá dle osob v jednotlivém sektoru, kde se bere jeden zaměstnanec jako výpočtová hodnota.

Měrná jednotka	$V_{w,f,day}$ l/měrná jednotka za den
1 os.	40
1 zaměstnanec	8

Maximální denní potřeba teplé vody $Q_{tv,dp} = 2448 \text{ l/den} = 2,448 \text{ m}^3/\text{den}$

Bilance odtoku splaškových vod

Průměrný denní odtok splaškové vody $Q_{dp} = 6360 \text{ l/den}$

Maximální denní odtok splaškové vody $Q_{d,max} = 9540 \text{ l/den}$

Maximální hodinový odtok splaškové vody $Q_{h,max} = 2862 \text{ l/h}$

Roční odtok splaškové vody $Q_{rok} = 3482,10 \text{ m}^3/\text{rok}$

Bilance odtoku srážkových vod

Roční nátok srážkových vod $Q_s = 237,15 \text{ m}^3/\text{rok}$

Bilance potřeby plynu

Potřeba plynu pro ohřev teplé vody:

Spotřeba zemního plynu $E_{SP1} = 10\,128,45 \text{ m}^3/\text{rok}$

Potřeba plynu pro vytápění:

Spotřeba zemního plynu $E_{SP2} = 10\,147,89 \text{ m}^3/\text{rok}$

Celková roční potřeba zemního plynu:

$E_{SP1} + E_{SP2} = 10\,128,45 + 10\,147,89 = 20\,276,34 \text{ m}^3/\text{rok}$

Maximální objemový průtok plynu $= 2 \cdot 5,19 = 10,38 \text{ m}^3/\text{h}$

C.1.4. Přípojky

C.1.4.1. Kanalizační přípojky

Vnitřní kanalizace bude oddílná. Rozděluje se na kanalizaci pro odvod splaškových vod a kanalizaci pro odvod srážkových vod. Pro odvodnění splaškových vod bude zhotovena kanalizační přípojka a pro srážkové vody nebude zhotovena

kanalizační přípojka, jelikož srážkové vody se budou vsakovat na pozemku řešené stavby.

C.1.4.2. Kanalizační přípojka pro odvod splaškových vod

Kanalizační přípojka pro odvod splaškových vod bude zaústěna do stávající splaškové stoky DN 400, kde je správcem moravská vodárenská a musím znát veškeré její připojovací podmínky. Kanalizační stoka se nachází na ulici před řešeným objektem a majitelem je město Otrokovice.

Pro odvod splaškových vod z budovy bude vybudována nová kanalizační přípojka DN 150 z materiálu KG PVC SN4. Průtok odpadních vod přípojkou činí 5,19 l/s. Přípojka bude na stoku napojena jádrovým vývrtem v horní třetině potrubí.

Hlavní vstupní šachta je polypropylenu od firmy PIPELIFE Czech s.r.o. a s poklopem Ø 600 mm, její umístění je zřejmě ze situačního výkresu.

Potrubí přípojky z materiálu PVC KG bude uloženo na pískovém podsypu výšky 150 mm a obsypáno do výšky 300 mm nad vrchol potrubí. Pískový násyp není povoleno hutnit! Následně bude na násyp ve výšce 300-400 mm nad vrcholem potrubí položena výstražná fólie šířky 300 mm. Výkop bude následně zasypáván vytěženou původní zeminou a bude průběžně hutněn po vrstvách 500 mm.

C.1.4.3. Vodovodní přípojka

Pro zásobování pitnou vodou bude vybudována nová vodovodní přípojka provedená z HDPE 100 SDR 11 DN 63x5,8 napojená na vodovodní řad pro veřejnou potřebu, která se nachází na ulici před řešeným objektem. Výpočtový průtok přípojkou určený podle ČSN 75 5455 činí 1,30 l/s. Opět je zde správce sítě moravská vodárenská a musíme znát veškeré její připojovací podmínky. Přetlak vody v místě napojení přípojky na vodovodní řad se podle sdělení jeho provozovatele pohybuje v rozmezí 0,5 až 0,55 MPa.

Vodovodní přípojka bude napojena na vodovod pro veřejnou potřebu z materiálu PE 100 SDR 11 DN 90 navrtávacím pasem s uzávěrem, zemní soupravou a poklopem. Uzávěr se doporučuje osadit ve vzdálenost 0,1-0,2m od vedené přípojky, ale dle správce to může být až do 1 metru od připojení. Vodoměrná sestava s mokroběžným vodoměrem SENSUS 420, o jmenovitém průtok $Q_n = 12 \text{ m}^3/\text{h}$, DN 32 a hlavním uzávěrem vody bude umístěn v technické místnosti č. 134. Také domovní uzávěr se bude nacházet v místnosti č. 134.

Potrubí přípojky z materiálu PE 100 SDR 11 DN 63x5,8 bude uloženo na pískovém podsypu výšky 100 mm a obsypáno do výšky 300 mm nad vrchol potrubí. Podél potrubí bude uložen signalizační vodič. Pískový násyp není povoleno hutnit. Následně bude na násyp ve výšce 300-400 mm nad vrcholem potrubí položena bílá výstražná fólie šířky 300 mm. Výkop bude následně zasypáván vytěženou původní zeminou a bude průběžně hutněn po vrstvách 500 mm.

C.1.4.4. Plynovodní přípojka

Pro přívod plynu do objektu bude vybudována nová středotlaká (STL) přípojka z materiálu HDPE PE 100 SDR 11 DN 32x3 podle ČSN EN 12007 a TPG 702 01. Redukovaný odběr plynu V_r přípojkou činí 10,38 m³/h. Nová přípojka bude napojena na stávající distribuční středotlaké (STL) plynovod PE 100 SDR 11 - 90x8,2.

Hlavní uzavěr plynu, membránový plynoměr Elster BK-G10 a regulátor Hutira&Francel B25 budou umístěny ve skříni s dvířky o rozměrech 750x750x250 v závětrí objektu. Závětrí je situováno na západní stranu. Skříň bude opatřena ocelovými dvířky s nápisem HUP, větracími otvory dole i nahoře a uzavěrem na trojhranný klíč.

Potrubí přípojky z materiálu PE 100 SDR 11 DN 32x3 bude uloženo na pískovém podsypu výšky 100 mm a obsypáno do výšky 300 mm nad vrchol potrubí. Podél potrubí bude uložen signalizační vodič. Pískový násyp není povoleno hutnit! Následně bude na násyp ve výšce 300-400 mm nad vrcholem potrubí položena žlutá výstražná fólie šířky 300 mm. Výkop bude následně zasypáván vytěženou původní zeminou a bude průběžně hutněn po vrstvách 500 mm.

C.1.5. Vnitřní kanalizace

Vnitřní kanalizace bude oddílná a je rozdělena na kanalizaci pro odvod splaškových vod a kanalizaci pro odvod srážkových vod.

Vnitřní kanalizace je navržena a bude provedena a zkoušena podle ČSN EN 12056 a ČSN 75 6760.

C.1.5.1. Vnitřní kanalizace splašková

Vnitřní splašková kanalizace je navržena oddílná. Veškeré kanalizační vody budou svedeny příslušnými svislými odpadními trubkami přímo do svodného potrubí. Celkem se zde nachází 15 stupaček. V určitých místech nám vznikají betonové šachty pro revizní kontrolu, které budou zhotovené stavební firmou při základových pracích.

Svodná potrubí budou vedena v zemi pod podlahou 1. NP a pod terénem vně domu. Svodné potrubí jde přes tři revizní betonové šachty, které jsou patrné z projektové dokumentace. Zhotoví je firma, která bude dělat základové pásy a základovou desku. Následně bude potrubí napojeno na kanalizační přípojku pro odvod splaškových vod. V místě napojení hlavního svodného potrubí na přípojku bude zřízena hlavní vstupní šachta z polypropylenu firmy PIPELIFE Czech s.r.o. o Ø 600 mm s poklopem o Ø 600 mm.

Splašková odpadní potrubí budou nebo budou spojena s větrací technikou, veškeré stoupací potrubí je odvedeno nad střešní plášť. Připojovací potrubí budou vedena v předstěnách a pod omítkou. Každá instalační šachta bude opatřena revizními dvířky s požární odolností.

Materiálem potrubí v zemi pod objektem budou trouby a tvarovky z PVC KG, potrubí. Potrubí bude uloženo na pískovém podsypu výšky 150 mm a obsypáno do výšky 300 mm nad vrchol potrubí. Pískový násyp není povoleno hutnit! Splašková odpadní, větrací a připojovací potrubí budou z protihlukového typu rautitan a budou upevňovány ke stěnám kovovými objímkami s gumovou vložkou. Upevnění bude dle výrobce a dle normy.

C.1.5.2. Vnitřní kanalizace dešťová

Vnitřní kanalizace dešťová zajišťuje odvod srážkových vod ze střešního pláště. Jedná se o neznečištěnou srážkovou vodu. Srážková voda ze střešní plochy bude svedena vnitřními svody, které budou opatřeny čistící kusy a následně je spojen se svodným potrubím, které ústí do vsakovacího zařízení na pozemku řešené stavby.

Po určitých vzdálenosti jsou zde betonové šachty, které bude dělat stavební firma, jenž bude zhotovovat základové pásy a základovou desku.

Vsakovací zařízení je provedeno pomocí vsakovacích bloků od firmy Asio, přesné označení bloku je AS KRECHT.

Materiálem potrubí v zemi pod objektem budou trouby a tvarovky z PVC KG, potrubí. Potrubí bude uloženo na pískovém podsypu výšky 150 mm a obsypáno do výšky 300 mm nad vrchol potrubí. Pískový násyp není povoleno hutnit! Splašková odpadní, větrací a připojovací potrubí budou z protihlukového typu rautitan a budou upevňována ke stěnám kovovými objímkami s gumovou vložkou. Upevnění bude dle výrobce a dle normy.

C.1.5.3. Vsakovací zařízení

Pro vsakování je navržen systém od firmy ASIO z plastových tunelových vsakovacích bloků AS KRECHT o rozměrech 2,4x1,2x0,52 m, kde je akumulační schopnosti 95-100 %. Celkový počet je 9 středních bloků a 6 koncových. Celý systém je zhotoven z recyklovaného materiálu HDPE.

Celkové rozměry vsakovacího zařízení (DxŠxV): 7,11 m x 4,8 m x 1,56 m

Celkový objem vsakovacího zařízení: 15 m³

Koeficient vsaku z geologického průzkumu pro vsakování $\rightarrow k_v = 10^{-5}$ m/s.

Při instalaci bloků vynecháváme můžeme vynechat podkladní vrstvu šterku, avšak výrobce vrstvu šterku doporučuje. Do vynechané mezery v první vrstvě vsakovacích bloků vložíme drenážní potrubí a obsypeme šterkem. Poté klademe vsakovací bloky dle podmínek výrobce, při poslední fázi se celé bloky zakryjí geotextilií a provedeme konečný zásyp původní nebo novou zeminou.

Dno vsakovacího zařízení bude umístěno minimálně 1 m nad hladinou podzemní vody. Výška pod terén je určena dle podélného profilu, který však musí dbát na finálním zatížení.

Součástí vsakovacího zařízení je nátoková šachta o \varnothing 600 mm, která je umístěna před vsakovacími bloky.

C.1.6. Vnitřní vodovod

C.1.6.1. Studená voda

Vnitřní vodovod se dělí na vnitřní vodovod pro rozvod pitné vody a vodovod požární. Odbočka pro požární vodovod bude za domovním uzávěrem objektu v místnosti 134. Požární vodovod bude oddělen od rozvodu pitné vody ochrannou jednotkou EA dle ČSN EN 1717.

Vnitřní vodovod bude napojen na vodovodní přípojku pitné vody provedené z HDPE 100 SDR 11 DN 63x5,8. Výpočtový průtok přípojkou určený podle ČSN 75 5455 činí 1,3 l/s. Vodoměrná sestava s mokroběžným vodoměrem SENSUS 420, o jmenovitém průtok $Q_n = 12 \text{ m}^3/\text{h}$, DN 32 a hlavním uzávěrem vody bude vně objektu, v místnosti č. 134. Přetlak vody v místě napojení přípojky na vodovodní řad se podle sdělení jeho provozovatele pohybuje v rozmezí 0,5 až 0,55 MPa.

Hlavní přívodní ležaté potrubí od vodoměrné šachty do domu povede v hloubce 1,60 - 1,80 m pod terénem vně domu a do domu vstoupí ochrannou trubkou z podlahy v technické místnosti 134. Za vstupem vodovodního potrubí do objektu bude umístěn hlavní uzávěr vody a za vodoměrem budeme mít domovní uzávěr vody. Zemní šoupě bude umístěno do 1 m od napojení, avšak doporučení projektant je 0,10 – 0,2 m od napojení.

V domě bude ležaté potrubí vedeno zavěšeno pod stropem vně pohledu, poté je vedeno v jednotlivých stupačkách, odkud jsou rozvedeny do jednotlivých bytů nebo ateliérů. Připojovací potrubí budou vedena v instalačních předstěnách a pod omítkou.

C.1.6.2. Teplá voda

Teplá voda pro celý objekt bude připravována v nepřímo ohříváném zásobníku teplé vody OKC 750 NTR/HP 1MPa s jmenovitým výkonem 130 kw a objemem 710 l ohříváném topnou vodou ze dvou závěsných plynových kondenzačních kotlů Viesmann Vitodens 200-W o výkonu až 45 kW. Na přívodu studené vody do tohoto ohříváče bude kromě uzávěru osazen ještě zpětný ventil a pojistný ventil nastavený na otevírací přetlak 0,6 MPa. Tato sestava je umístěna v technické místnosti 134.

C.1.6.3. Cirkulační voda

Stálá teplá voda bude zajišťována cirkulačním potrubím. Před každou stupačkou bude osazen vyvažovací ventil pro cirkulaci, pro správný průtok. Cirkulaci vody bude zajišťovat cirkulační čerpadlo Grundfos UPS 25-40N.

Vnitřní vodovod je navržen podle ČSN EN 806-2 a ČSN 75 5409. Montáž a tlakové zkoušky vnitřního vodovodu budou prováděny podle ČSN EN 806-4 a ČSN 75 5409. Vnitřní vodovod bude provozován a udržován podle ČSN EN 806-5 a ČSN 75 5409.

Materiálem potrubí uvnitř objektu bude Wavin PPR PN20 a Wavin PPR Stabi s hliníkovou vložkou. Wavin PPR PN20 bude veden jen jako připojovací potrubí v jednotlivých bytech a ateliérech. Wavin stabi s hliníkovou vložkou bude veden jen v podhledech a ve stupačkách. Potrubí vně objektu vedené pod terénem bude provedeno z HDPE 100 SDR 11. Svařovat je možné pouze plastové potrubí ze stejného materiálu od jednoho výrobce. Pro napojení výtokových armatur budou použity nástěnky připevněné ke stěně a to buď sádrovým systémem nebo pomocí hmoždinky a vrutu, tak aby nedošlo k jejímu vytrhnutí. Spojení plastového potrubí se závitovou armaturou bude provedeno pomocí přechodky s mosazným závitem. Volně vedené potrubí uvnitř objektu bude ke stavebním konstrukcím upevněno kovovými objímkami s gumovou vložkou, které budou umístěny na pojezdové šíně, která umožní lepší nastavitelnosti potrubí.

Potrubí v zemi bude uloženo na pískovém podsypu výšky 100 mm a obsypáno do výšky 300 mm nad vrchol potrubí. Jako uzavírací armatury budou použity mosazné kulové kohouty s atestem na pitnou vodu.

Jako tepelná izolace bude použita minerální izolace MIRELON SPRINT s volbou jednotlivých tloušťek 9, 13, 20, 25. Kombinujeme různé vrstvy tloušťek z hlediska výpočtu nebo předem dané normy pro PPR.

C.1.6.4. Požární voda

Návrh požárního vodovodu je proveden podle ČSN 75 5409.

Na vnitřní vodovod je napojen v místnosti 134 za hlavním uzávěrem objektu. Požární vodovod bude oddělen od rozvodu pitné vody ochrannou jednotkou EA dle ČSN EN 1717.

Požární vodovod tvoří 3 hadicové systémy o jmenovité světlosti hadice 25 mm a délce 30 m s průměrem hubice 5 mm.

V budově se nachází stoupací, ze kterého jsou napojeny příslušné hadicové systémy. Na nejnepříznivěji položeném přítokovém ventilu nebo kohoutu hadicového systému musí být zajištěn hydrodynamický přetlak alespoň 0,2 MPa.

Materiálem potrubí požárního vodovodu bude pozinkovaná ocel. Potrubí vedené vně podhledu a v jednotlivých stěna za omítkou. Připevněno bude pomocí kovových objímek s gumou, které budou upevněny na šíně.

Potrubí požárního vodovodu bude obaleno tepelnou izolací proti orosení.

C.1.7. Domovní plynovod

Domovní plynovod bude napojen na plynovodní STL přípojku z materiálu HDPE PE 100 SDR 11 DN 32x3 ve skříni s dvířky o rozměrech 750x750x250 na vnější straně objektu, západní strana. Ve skříni se bude nacházet hlavní uzávěr plynu, membránový plynoměr Elster BK-G10 a regulátor Hutira&Francel B25. Skříň bude opatřena ocelovými dvířky s nápisem HUP, větracími otvory dole i nahoře a uzávěrem na trojhranný klíč. Uzávěr objektu KK DN40 bude umístěn také ve skříni. Ležaté potrubí bude vedeno pod terénem vně domu a uvnitř domu na stěně nebo pod stropem. Prostupy volně vedeného potrubí zdmi budou řešeny pomocí ochranných trubek většího průměru.

Domovní plynovod bude proveden dle ČSN EN 1775 a TPG 704 01.

Plynové spotřebiče:

2x závěsný plynový kondenzační kotel firmy Viesmann, přesné označení kotle je Vitodens 200-W, typ provedení C, umístěny jsou v m.č. 134

Výkon kotle:	45 kW
Objemový průtok:	5,19 m ³ /h
celkový průtok:	10,38 m ³ /h

Plynové kotle budou umístěny v technické místnosti 133. Sání vzduchu pro spalování a odvod spalin od kotlů bude zajištěno komínovým systémem od firmy Viesmann. Montáž kondenzačního kotle musí být provedena podle návodu výrobce a ČSN 33 2000-7-701.

Materiálem potrubí plynovodu uvnitř domu bude ocelové závitové potrubí spojované svařováním. Potrubí vedené v zemi vně domu bude provedeno z HDPE PE 100 SDR 11. Volně vedené potrubí uvnitř domu bude ke stavebním konstrukcím upevňováno ocelovými objímkami. Potrubí vedené v zemi bude uloženo na pískovém podsypu výšky 100 mm a obsypáno do výšky 300 mm nad vrchol potrubí. Pískový násyp není povoleno hutnit.

Jako uzávěry budou použity kulové kohouty s atestem na zemní plyn. Před uvedením plynovodu do provozu musí být provedena zkouška pevnosti a těsnosti podle ČSN EN 1775 a TPG 704 01 a výchozí revize odběrného plynového zařízení podle vyhlášky č. 85/1978 Sb. Po provedení zkoušek pevnosti a těsnosti bude potrubí natřeno žlutým lakem.

C.1.8. Zařizovací předměty

Budou použity zařizovací předměty podle sestav specifikovaných v legendě zařizovacích předmětů, viz příloha D.

Všechny směšovací baterie musí mít výtok minimálně 25 mm nad horním okrajem zařizovacího předmětu, zároveň všechny výtokové armatury musí být zajištěny proti zpětnému nasátí vody podle ČSN EN 1717 a ČSN 75 5409.

C.1.9. Zemní práce

Pro přípojky a ostatní potrubí uložená v zemi budou hloubeny rýhy o šířce 0,8 - 1,0 m. Tam, kde bude potrubí uloženo na násypu je třeba tento násyp předem dobře ztuhnout. Při provádění je třeba dodržovat zásady bezpečnosti práce. Výkopy o hloubce větší než 1,3 m je nutno pažít příložným pažením. Výkopy je nutno ohradit a označit. Případnou podzemní vodu je třeba z výkopů odčerpávat. Výkopek bude po dobu výstavby uložen podél rýh ve vzdálenosti nejméně 0,5 m od rýhy, přebytečná zemina odvezena na skládku. Před prováděním zemních prací je nutno, aby provozovatelé všech podzemních inženýrských sítí tyto sítě vytýčili (u provozovatelů objedná investor nebo dodavatel stavby).

Při křížení a souběhu s jinými sítěmi budou dodrženy vzdálenosti podle ČSN 73 6005, normy ČSN 33 2000-5-52, ČSN 33 2000-5-54, ČSN 33 2160, ČSN 33 3301 a podmínky provozovatelů těchto sítí. Při zjištění nesouladu polohy sítí s mapovými podklady získanými od jejich provozovatelů, je nutná konzultace s příslušnými provozovateli. Výkopové práce v místě křížení a souběhu s jinými sítěmi je nutno provádět ručně a velmi opatrně bez použití pneumatického, bateriového nebo motorového nářadí, aby nedošlo k poškození křížených sítí. Obnažené křížené sítě je při zemních pracích nutno zabezpečit proti poškození. Před zásypem výkopů budou provozovatelé obnažených inženýrských sítí přizváni ke kontrole jejich stavu. O této kontrole bude proveden zápis do stavebního deníku. Lože a obsyp křížených sítí budou uvedeny do původního stavu.

Při provádění zemních prací je nutno dodržet ČSN EN 1610, ČSN 73 30 55, nařízení vlády č. 591/2006 Sb., další příslušné ČSN, technická pravidla GAS, podmínky provozovatelů podzemních sítí, stavebního a obecního (*městského*) úřadu a zajistit bezpečnost práce.

Brno, květen 2021

Vypracoval: Martin Kovář

C.2. LEGENDA ZAŘIZOVACÍCH PŘEDMĚTŮ

Označení	Popis sestavy	Počet sestav
WC	- Klozet závěsný keramický bílá s hlubokým splachování - Duroplastové sedátko s poklopem softclose - Montážní prvek geberit duofix pro wc, bez externího odtahu	21
U1	- Umyvadlo keramické, hranaté, bílé – 600 mm - Zápachová uzávěrka DN40, kliklak, chromový sifon - Směšovací páková, stojánková, umyvadlová baterie - 2x chromový rohový ventil 1/2"-3/8"	20
U2	- Umyvadlo keramické, hranaté, bílé – 600 mm - Zápachová uzávěrka DN40, kliklak, plastový sifon - Směšovací páková, stojánková, umyvadlová baterie - 2x chromový rohový ventil 1/2"-3/8"	1
UM	- Umývatko keramické, hranaté, bílé – 400 mm - Zápachová uzávěrka DN40, kliklak, chromový sifon - Směšovací páková, stojánková, umyvadlová baterie - 2x chromový rohový ventil 1/2"-3/8"	20
SK1	- Termostatická, směšovací baterie s vývodem na ruční sprchu, rozteč baterie je 150 mm. - Sprchová keramická vanička, hranatá 900x900 - Sprchová zápachová uzávěrka DN50 – HL520F - Sprchová zástěna z bezpečnostního skla, otevíratelné dveře	8
SK2	- Termostatická, směšovací baterie s vývodem na ruční sprchu, rozteč baterie je 150 mm. - Sprchová keramická vanička, oblá 900x900 - Sprchová zápachová uzávěrka DN50 – HL520F - Sprchová zástěna z bezpečnostního skla, otevíratelné dveře	12
VA	- Termostatická, směšovací baterie s vývodem na ruční sprchu, rozteč baterie je 150 mm. - Vana o velikosti 1600/700, plastová, na nožičkách + podezdívka - Revizní dvířka z boční strany, velikost 200x200 - Zápachová uzávěrka vanová DN50 – HL555N	18
D	- Nerezový zápusťný dřez do skříňky – typ dle kuchyňského studia - Zápachová uzávěrka dřezová DN50 – HL126.1/50 - Dřezová trojcestná páková stojánková baterie s výsuvnou sprchou - 2x rohový ventil 1/2"-3/8"	20

MN	- HL406 – Zápachová uzávěrka pro pračku a sušičku s připojením na přes zpětnou klapku - Rohový ventil 1/2"-3/4"	20
P+S	- HL406 – Zápachová uzávěrka pro pračku a sušičku s připojením na přes zpětnou klapku, dodatečné rozdvojení pro případnou sušičku - Rohový ventil 1/2"-3/4"	20
PV	- Podlahová vpust se spodním odtokem DN75 - Se zápachovou uzávěrkou "primus" funkční i v případě vyschnutí - Nerezová pohledová mřížka, čtvercová	1
VY	- Klozet závěsný keramický bílý s hlubokým splachováním, zadní odpad - Mřížka, zpevněná pro kýbl, plastová - Montážní prvek pro geberit duofix pro výlevku vč. zabudování vývodů pro vodovodní baterii, rozteč 150 mm	1
NZ	- Nezámrzny ventil s uzavíráním ve vnitřní straně objektu	6
PH	- Požární hydrantový systém s tvarově stálou hadicí - Hadice DN25 – 30 m - Ocelová skříň s rozměry 650/650/285 - Kulový ventil DN25	3
OV	- Typ: OKC 750 NTR/HP 1 MPa - Výška: 2039, Průměr: 910	2
KK	- Viesmann vitodens 200-W, typ provedení C - Rozměry 530x480x850 - Výkon: 10,9 až 45 kW, spotřeba plynu 5,19 m ³ /h - Odvodnění pro kondenzační kotel – HL21, vtok DN32 se zápachovou uzávěrkou a s přídatným uzávěrem proti zápachu pro suchý stav - Zahradní ventil DN20 – pro napouštění otopného systému	2

WC – Záchodová mísa

U1 – Umyvadlo typ 1

U2 – Umyvadlo typ 2

UM – Umývatko

SK1 – Sprchový kout typ 1

SK2 – Sprchový kout typ 2

VA – Vana

D – Kuchyňský dřez

MN – Myčka nádobí

P+S – Pračka + Sušička

PV – Podlahová vpust

VY – Výlevka

NZ – Nezámrzny ventil

PH – Požární hydrant

OV – Ohřívač vody

KK – Kondenzační kotel

Seznam použitých zdrojů

- [1] Zelená střecha. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2020 [cit. 2021-5-28]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Zelen%C3%A1_st%C5%99echa
- [2] *Vegetační souvrství zelených střech: standarty: pro navrhování provádění a údržbu*. Odborná sekce Zelené střechy. Brno: Odborná sekce Zelené střechy, Prosinec 2019.
- [3] *Hydromeliorační stavby: Závlahové stavy*. Ing. Pavla Schwarzová, Ph. D. ČVUT Praha: Fakulta stavební, ČVUT Praha 2011. http://storm.fsv.cvut.cz/data/files/p%C5%99edm%C4%9Bty/YHYS/zavlahy_2_011_1.pdf
- [4] *Šedé vody z pohledu hygieny a legislativy*. MUDr. František Kožíšek, CSc. Praha 10: Státní zdravotní ústav & 3. lékařská fakulta UK, 2012. http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/sede_vody_SOVAK_2_2012.pdf
- [5] Možnosti šetření vodou v domácnosti: Šedé vody. *TZB info* [online]. Praha, Brno: TZB info, 2017 [cit. 2021-5-28]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/likvidaceodpadnich-vod/16101-v-cr-se-zacalo-vyuzivani-tzv-sedych-vod-sklonovat-ve-vsechpadech>
- [6] *Zelené a modré střechy jako adaptační opatření v městské zástavbě z pohledu hospodaření se srážkovou vodou: Hnědé střechy* [online]. VUT FAST Brno: Brno, 2020 [cit. 2021-5-28]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/strechy/20393-zelene-a-modre-strechy-jako-adaptacni-opatreni-v-mestske-zastavbe-z-pohledu-hospodareni-se-srazkovou-vodou>
- [7] ŠIMEČKOVÁ, Jana a Irena VEČEŘOVÁ, ed. *Zelené střechy - naděje pro budoucnost*. Vyd. 1. Brno: Svaz zakládání a údržby zeleně, 2010. ISBN 978-80-254-9123-2.
- [8] ČSN 75 0434. *Meliorace – Potřeba vody pro doplňkovou závlahu*. 3. návrh. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.

Seznam použitých obrázků

- [Obr.1] <https://voda.tzb-info.cz/provoz-a-udrzba-voda-kanalizace/2705-zmekcovani-vody>
- [Obr.2] <https://ekodotace.brno.cz/wp-content/uploads/2020/04/Standarty-pro-navrhov%C3%A1n%C3%AD-prov%C3%A1d%C4%9Bn%C3%AD-a-%C3%BAdr%C5%BEbu-vegeta%C4%8Dn%C3%AD-souvrstv%C3%AD-pro-rok-2020.pdf>
- [Obr.3] Skladba extenzivní střechy [7]
- [Obr.4] <https://www.energyglobe.cz/temata-a-novinky/-a139445---eJGYi42v/01-img-20170516-095051-hostenice.jpg>
- [Obr.5] Skladba intenzivní střechy [7]
- [Obr.6] <http://www.ekrost.cz/PDF/technicka.pdf>
- [Obr.7] <https://www.az-shop.cz/zavlahy/zavlahy-rostlin-a-stromu/mikrozavlahy?order=&sort=&part=12>
- [Obr.8] <https://stavimbydlim.cz/wp-content/uploads/2016/04/financialtribune.com-min.jpg>
- [Obr.9] https://www.doltak.cz/produkt/podzemni-kapkova-hadice-xf-16mmx33cm-2l-h-100bm-prislusenstvi-rain-bird/?gclid=CjwKCAjwqcKFBhAhEiwAfEr7zcZpTaYP4Oie_X8kK-rAMvVMIQjaA6980b_aZzQrdzRRsrufLklcORoCHYMQAvD_BwE
- [Obr.10] <https://www.spravna-zahrada.cz/zavlahove-systemy/kapkova-zavlahy/>
- [Obr.11] <https://www.doltak.cz/kategorie/zavlahy/zavlahy-hunter/hunter-postrikovace-trysky/>
- [Obr.12] <http://www.ekrost.cz/PDF/technicka.pdf>
- [Obr.13] <https://www.bauder.cz/cz/gruendach-eu/zelene-strechy-systemove-reseni/system-lehkych-zelenych-strech.html>
- [Obr.14] http://storm.fsv.cvut.cz/data/files/p%C5%99edm%C4%9Bty/YHYS/zavlahy_2011_1.pdf
- [Obr.15] <https://www.topin.cz/clanky/nouzove-odvodneni-strech-pomoci-stresnich-vtoku-detail-1521>
- [Obr.16] <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/strecha/odvodneni-strechy/navrh-bezpecnostniho-odvodneni-strech>
- [Obr.17] <https://www.hipos.cz/download.php?fid=1571>
- [Obr.18] <https://stavba.tzb-info.cz/odvodnovaci-systemy/8555-jak-funguje-system-podtlakoveho-odvodneni-plochych-strech-akasison>

- [Obr.19] detaily ve formě DWG od firmy <https://www.envilope.cz/>
- [Obr.20] <https://stavba.tzb-info.cz/docu/clanky/0203/020393o11.jpg>
- [Obr.21] <https://stavba.tzb-info.cz/docu/clanky/0203/020393o13.jpg>
- [Obr.22] <https://stavba.tzb-info.cz/docu/clanky/0203/020393o15.jpg>
- [Obr.23] https://www.asio.cz/img/_as-krecht.foto/img_1580.jpg?1468241091
- [Obr.24] https://www.asio.cz/img/_as-krecht.foto/krecht36.jpg?1468241091
- [Obr.25] <https://www.wavinekoplastik.com/cz/montazni-predpisy>
- [Obr.26] <https://www.mirelon.com/c3img/00000330/02/termoizolacni-trubice-mirelon-sprint-pe-pena.jpg>
- [Obr.27] <https://www.mirelon.com/cz/termoizolacni-trubice-mirelon-sprint-pe-pena-wp000358.html>
- [Obr.28] <https://www.bola.cz/cerpadlo-pro-tuv-grundfos-ups-25-40n>
- [Obr.29] <https://www.kapka-vodomery.cz/download/vodomery/domovni/sensus-420.pdf>
- [Obr.30] https://www.gas-as.cz/www/prilohy/plynom%C4%9Bry/bk%20g10_16.pdf
- [Obr.31] <http://www.gas-hutira.cz/download/FRANCEL%20B.pdf>
- [Obr.32] <https://www.dzd.cz/ohrivace-a-zasobniky-teple-vody/neprimotopne-zasobniky/stacionarni/okc-ntr-hp#ke-stazeni>
- [Obr.33] <https://www.dzd.cz/ohrivace-a-zasobniky-teple-vody/neprimotopne-zasobniky/stacionarni/okc-ntr-hp>
- [Obr.34] <https://www.dzd.cz/ohrivace-a-zasobniky-teple-vody/neprimotopne-zasobniky/stacionarni/okc-ntr-hp#ke-stazeni>
- [Obr.35] <https://www.viessmann.cz/cs/obytne-budovy/plynove-kotle/plynove-kondenzacni-kotle/vitodens-200w-typ-b2ha.html>

Seznam použitých tabulek

- [Tab. 1] <https://www.zelenestrechy.info/zakladni-pojmy>
- [Tab. 2] Mocnost souvrství pro koření rostlin [7]
- [Tab. 3] <https://ekodotace.brno.cz/wp-content/uploads/2020/04/Standarty-pro-navrhov%C3%A1n%C3%AD-prov%C3%A1d%C4%9Bn%C3%AD-a-%C3%BAAdr%C5%BEbu-vegeta%C4%8Dn%C3%AD-souvrstv%C3%AD-pro-rok-2020.pdf>
- [Tab. 4] Tabulka součinitele využitelnosti srážek [8]
- [Tab. 5] Tabulka ztrátového součinitele [8]
- [Tab. 6] Tabulka redukčních součinitelů r_1 a r_2 [8]
- [Tab. 7] Tabulka redukčních součinitelů r_3 [8]
- [Tab. 8] <https://www.fce.vutbr.cz/tzb/vrana.j/>
- [Tab. 9] <https://www.fce.vutbr.cz/tzb/vrana.j/>

Seznam příloh

C.1	Situační výkres	1:250
D.1.4.1.01	Kanalizace – Půdorys 1.NP	1:50
D.1.4.1.02	Kanalizace – Půdorys 2.NP	1:50
D.1.4.1.03	Kanalizace – Půdorys 3.NP	1:50
D.1.4.1.04	Kanalizace – Půdorys základů	1:50
D.1.4.1.05	Kanalizace – Svodné potrubí	1:50
D.1.4.1.06	Kanalizace – Rozvinutý řez	1:50
D.1.4.1.07	Kanalizace – podélný profil splaškové kanalizace	1:100
D.1.4.1.08	Kanalizace – Podélný profil dešťové kanalizace	1:100
D.1.4.1.09	Kanalizace – Podélný profil kanalizační přípojky	1:50
D.1.4.1.10	Kanalizace – Vzorové uložení kanalizačního potrubí	1:50
D.1.4.1.11	Kanalizace – Vzorové napojení na řád	1:50
D.1.4.1.12	Kanalizace –Detail vsakovacího zařízení	1:50
D.1.4.2.01	Vodovod – Půdorys 1.NP	1:50
D.1.4.2.02	Vodovod – Půdorys 2.NP	1:50
D.1.4.2.03	Vodovod – Půdorys 3.NP	1:50
D.1.4.2.04	Vodovod – Axonometrie	1:50
D.1.4.2.05	Vodovod – Podélný profil	1:100
D.1.4.2.06	Vodovod – Vzorové uložení potrubí	1:100
D.1.4.2.07	Vodovod – Schéma vodoměrné sestavy	-
D.1.4.2.08	Vodovod – Vzorové napojení na řád	-
D.1.4.3.01	Plynovod – Půdorys 1.NP	1:50
D.1.4.3.02	Plynovod – Axonometrie	1:50
D.1.4.3.03	Plynovod – Podélný profil	1:100
D.1.4.3.04	Plynovod – Detail umístění hlavní uzávěru plynu	1:25
D.1.4.3.05	Plynovod – Vzorové uložení potrubí	1:100

Přílohy k výpočtové části:

P.1	Vodovod – výpočet dimenze	-
-----	---------------------------	---

Odborná literatura

NORMY

TPG Plynovody a přípojky G 702 01
ČSN 73 1901 Navrhování střech – Základní ustanovení
ČSN 73 4108 Hygienická zařízení a šatny
ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov
ČSN 73 4301 Obytné budovy
ČSN 75 6760 Vnitřní kanalizace
ČSN 75 5409 Vnitřní vodovody
ČSN 75 5455 Výpočet vnitřních vodovodů
ČSN 06 0320 Teplé soustavy v budovách
ČSN 75 5411 Vodovodní přípojky

POUŽITÝ SOFTWARE

Autocad 2021, Deksoft, Microsoft Word, Microsoft Excel

POUŽITÁ LITERATURA

BÁRTA, Ladislav, Jana DOLEŽALOVÁ, Lenka MAUREROVÁ a Helena WIERZBICKÁ. BT51 – Technická zařízení budov I (S): AT01 – Technická zařízení budov I. A – Technická infrastruktura: návody do cvičení se vzorovými úlohami. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2015. Návody do cvičení se vzorovými úlohami. ISBN 978-80- 214-5132-2.

REMES, Josef. Stavební příručka: to nejdůležitější z norem, vyhlášek a zákonů. Praha: Grada, 2013. Stavitel. ISBN 978-80-247-3818-5.

VRÁNA, Jakub. Technická zařízení budov v praxi: [příručka pro stavaře]. Praha: Grada, 2007. Stavitel. ISBN 978-80-247-1588-9.

Doplňkové učební texty pro předměty: BT001 – Technická zařízení budov 1, AT001 Technická zařízení budov a technická infrastruktura 1, BT005 Technická zařízení budov (E), BT04 Technická zařízení budov (M), BT057 Zdravotně technické a plynovodní instalace a CT003 Vybrané statě ze zdravotní techniky [online]. Brno: VUT FAST, 2021 [cit. 2021-5-28]. Dostupné z: <https://www.fce.vutbr.cz/tzb/vrana.j/>